Buku Teks Bahan Ajar Siswa

Paket Keahlian: Teknik Tanah dan Air

Irigasi dan Drainase

Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Republik Indonesia

KATA PENGANTAR

Kurikulum 2013 dirancang untuk memperkuat kompetensi siswa dari sisi sikap, pengetahuan dan keterampilan secara utuh. Keutuhan tersebut menjadi dasar dalam perumusan kompetensi dasar tiap mata pelajaran mencakup kompetensi dasar kelompok sikap, kompetensi dasar kelompok pengetahuan, dan kompetensi dasar kelompok keterampilan. Semua mata pelajaran dirancang mengikuti rumusan tersebut.

Pembelajaran kelas X dan XI jenjang Pendidikan Menengah Kejuruhan yang disajikan dalam buku ini juga tunduk pada ketentuan tersebut. Buku siswa ini diberisi materi pembelajaran yang membekali peserta didik dengan pengetahuan, keterapilan dalam menyajikan pengetahuan yang dikuasai secara kongkrit dan abstrak, dan sikap sebagai makhluk yang mensyukuri anugerah alam semesta yang dikaruniakan kepadanya melalui pemanfaatan yang bertanggung jawab.

Buku ini menjabarkan usaha minimal yang harus dilakukan siswa untuk mencapai kompetensi yang diharuskan. Sesuai dengan pendekatan yang digunakan dalam kurikulum 2013, siswa diberanikan untuk mencari dari sumber belajar lain yang tersedia dan terbentang luas di sekitarnya. Peran guru sangat penting untuk meningkatkan dan menyesuaikan daya serp siswa dengan ketersediaan kegiatan buku ini. Guru dapat memperkayanya dengan kreasi dalam bentuk kegiatan-kegiatan lain yang sesuai dan relevan yang bersumber dari lingkungan sosial dan alam.

Buku ini sangat terbuka dan terus dilakukan perbaikan dan penyempurnaan. Untuk itu, kami mengundang para pembaca memberikan kritik, saran, dan masukan untuk perbaikan dan penyempurnaan. Atas kontribusi tersebut, kami ucapkan terima kasih. Mudah-mudahan kita dapat memberikan yang terbaik bagi kemajuan dunia pendidikan dalam rangka mempersiapkan generasi seratus tahun Indonesia Merdeka (2045).

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

PETA KEDUDUKAN BAHAN AJAR

I. PENDAHULUAN

A. Deskripsi

Buku Mata Pelajaran Irigasi dan Drainase -2 ini disusun untuk membantu peserta diklat dalam mempelajari dan melakukan praktik tentang Irigasi dan Drainase sesuai kompetensi dasar yang diharapkan dalam kurikulum 2013 kelas XII. Buku ini merupakan salah satu dari 2 rangkaian buku untuk kelas XI dan XII yang memilih Paket Keahlian Teknik Tanah dan Air.

Buku Mata Pelajaran Irigasi dan Drainase -2 terdiri dari 6 kegiatan pembelajaran yang disusun secara runtut mengikuti struktur kompetensi dasar. Teknis pelaksanaan pembelajaran di sekolah, guru/peserta didik dapat menggabungkan Buku Mata Pelajaran Irigasi dan Drainase 1 dan 2.

Pembahasan pada setiap kegiatan pembelajaran dalam buku ini, terdiri dari: Tujuan Pembelajaran; Uraian Materi; Rangkuman; Tugas; Tes Formatif; Kunci jawaban; dan Lembar Kerja. Hal ini diharapkan dapat memupuk keingintahuan peserta didik tentang topik yang akan dibahas, berpikir kritis. Dengan model pengorganisasian seperti ini, diharapkan peserta didik mendapatkan kemudahan untuk melatih kompetensinya terkait dengan mata pelajaran Irigasi dan Drainase.

Pada akhir buku ini delengkapi dengan Evaluasi Attitude Skills; Kognitif Skills; dan Psikomotorik Skills. Dengan cara ini, diharapkan pada diri peserta didik tumbuh kompetensi pada ranah kognitif, afektif, dan psikomotorik sesuai dengan yang diharapkan dalam pembelajaran pengelolaan tanah pertanian.

B. Prasyarat

Untuk mempelajari buku teks Irigasi dan Drainase -2 ini tidak diperlukan prasyarat teknis tertentu. Namun akan lebih baik apabila Anda sudah memahami konsep kimia dan biologi dan sifat fisik tanah.

C. Petunjuk Penggunaan

Bacalah dan pahamilah buku teks ini secara berurutan dari Halaman Sampul sampai Lembar Cek Kemampuan Awal.

Setelah Anda mengisi Check Kemampuan Awal, nilailah diri Anda sendiri, apakah Anda termasuk kategori orang yang perlu mempelajari buku teks ini? Apabila Anda menjawab tidak, maka pelajari buku teks ini.

Pelajari materi buku teks ini untuk setiap Kegiatan Pembelajaran, dari Deskripsi sampai sampai Refleksi. Untuk urutannya bisa dikonsultasikan dengan guru pembimbing. Apabila ada materi yang belum bisa dipahami, Anda bisa menanyakan kepada guru pembimbing.

Laksanakan semua tugas-tugas yang ada dalam buku teks ini agar kompetensi Anda berkembang.

Untuk meningkatkan kompetensi keterampilan, kerjakan Lembar Kerja. Perhatikan Keselamatan Kerja

Jawablah Tes Formatif

Bersama dengan guru pembimbing dan teman sejawat, lakukan penilaian kompetensi Anda.

D. Tujuan Akhir

Setelah mempelajari kompetensi ini, diharapkan peserta didik mampu melaksanakan kegiatan Irigasi dan Drainase, bila disediakan sumber informasi, lahan praktek, alat dan bahan serta fasilitas pengelolaan tanah dan perangkat pendukung lainnya.

E. Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar

1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.
    a. Meyakini pengetahuan pengelolaan tanah pertanian sebagai anugerah Tuhan harus dikuasai dan ilmunya dapat dimanfaatkan untuk kepentingan hajat hidup orang banyak.
2. Menghayati dan mengamalkan prilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan proaktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam bertinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
    a. Menghayati sikap cermat dan teliti dalam memahami kegiatan dalam pembelajaran Irigasi dan Drainase.
    b. Menunjukkan sikap disiplin dan tanggung jawab dalam mengikuti langkah kerja sesuai dengan praktik Irigasi dan Drainase.
    c. Menghayati pentingnya kepedulian terhadap lingkungan melalui kegiatan yang berhubungan dengan pembelajaran Irigasi dan Drainase.
    d. Menghayati pentingnya bersikap jujur, disiplin serta bertanggung jawab melakukan kegiatan dalam pembelajaran Irigasi dan Drainase .
3. Memahami, menerapkan dan menjelaskan pengetahuan faktual, konseptual, prosedural dan meta kognitif dalam ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah;
    a. Sistem Irigasi Permukaan.
    b. Sistem Drainase Lahan Pertanian.
    c. Pengoperasian Pompa Irigasi.
    d. Sistem Irigasi Sprinkler.
    e. Sistem Iriggasi Tetes.

f. Hubungan Air Irigasi dan Produksi Tanaman.

4. Mencoba, mengolah, merakit dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan kaidah keilmuan dan kejuruan di bawah pengawasan langsung.
   a. Menyimpulkan Sistem Irigasi Permukaan.
   b. Mempresentasikan Sistem Drainase Lahan Pertanian.
   c. Mempresentasikan Pengoperasian Pompa Irigasi
   d. Mempresentasikan Sistem Irigasi Sprinkler
   e. Mempresentasikan Sistem Irigasi Tetes
   f. Menyimpulkan Hubungan Air Irigasi dan Produksi Tanaman

F. Cek Kemampuan Awal

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1	Apakah Anda sudah memahami peranan Sistem Irigasi Permukaan dalam Bidang Pertanian ?		
2.	Apakah Anda dapat menganalisis Sistem Drainase Lahan Pertanian?		
3	Apakah Anda mampu menganalisis Pengoperasian Pompa Irigasi?		
4	Apakah Anda dapat Membuat Sistem Irigasi Sprinkler ?		
5.	Apakah Anda dapat Membuat Sistem Irigasi Tetes?		
6.	Apakah Anda sudah dapat menganalisis hubungan air irigasi dan produksi tanaman ?		

Apabila Anda menjawab “TIDAK” pada salah satu pertanyaan di atas, pelajarilah modul ini. Apabila Anda menjawab “YA” pada semua pertanyaan, maka lanjutkanlah dengan mengerjakan evaluasi yang ada pada modul ini.

II. PEMBELAJARAN

Kegiatan Pembelajaran 1. Peranan Irigasi dalam Bidang Pertanian

A. Deskripsi

Kegiatan Pembelajaran 1 tentang Peranan Irigasi dalam Bidang Pertanian berisikan 5 materi yang dibahas secara runtun, yaitu (1) Menganalisis Pengertian Irigasi, (2) Menganalisis Sejarah Perkembangan Irigasi, (3) Menganalisis Fungsi Irigasi, (4) Menganalisis Klasifikasi Sistem Irigasi dan (5) Menganalisis Peraturan dan Perundangan Irigasi.

B. Kegiatan Belajar

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari kegiatan pembelajaran 1 tentang Peranan Irigasi dalam Bidang Pertanian, diharapkan Anda dapat;

a. Menganalisis Pengertian Irigasi,
b. Menganalisis Sejarah Perkembangan Irigasi,
c. Menganalisis Fungsi Irigasi,
d. Menganalisis Klasifikasi Irigasi dan,
e. Menganalisis Peraturan dan Perundangan Irigasi.

2. Uraian Materi

Irigasi dan Peranannya dalam Bidang Pertanian

Coba Anda perhatikan Gambar 1 berikut ini. Gambar ini menunjukkan suatu sawah yang ditanami padi mengalami kekeringan pada awal masa

penanamannya. Anda bisa membayangkan apa yang akan terjadi jika sawah tersebut terus menerus mengalami kekeringan. Tentunya akan terjadi fuso dan kegagalan panen.

Gambar 1. Sawah yang mengalami kekeringan

Masalah kekeringan di Indonesia merupakan persoalan yang memiliki dampak yang cukup signifikan, terutama dalam bidang pertanian. Kekeringan yang terjadi pada masa pertumbuhan padi akan berdampak pada turunnya produksi tanaman dan merugikan petani. Produksi pertanian yang rendah akan berakibat pada menurunnya ketahanan pangan nasional dan menyebabkan stabilisasi perekonomian menjadi goyah. Hal lain yang bisa terjadi jika kekeringan terjadi terlalu lama adalah terganggunya sistem hidrologi lingkungan dan manusia akan kekurangan air untuk dikonsumsi. Hal ini tentu sangat berakibat buruk, sebab air merupakan salah satu unsur kehidupan yang mutlak tersedia untuk keberlangsungan hidup.

Mencermati dampak yang disebutkan di atas, sudah saatnya kita memperhatikan masalah kekeringan di Indonesia, yang tidak terjadi semata-mata karena faktor alamiah saja. Posisi Indonesia yang terletak di wilayah geografis strategis dimana Indonesia diapit dua benua dua samudera dan Indonesia juga terletak di sepanjang garis khatulistiwa. Kondisi letak geografis

yang demikian ini membuat wilayah Indonesia rentan terhadap gejala kekeringan, sebab iklim yang terjadi di wilayah tropis adalah jenis iklim *monsoon* yang diketahui sangat sensitif terhadap perubahan ENSO atau *El-Nino Southern Oscilation*. ENSO inilah yang menjadi penyebab utama kekeringan yang muncul jika suhu di permukaan Lautan Pasifik tepatnya di bagian tengah sampai bagian timur mengalami peningkatan suhu. Berdasarkan hasil penelitian, para ahli menyimpulkan bahwa *anomaly* ENSO tidak menjadi penyebab satu-satunya gejala kekeringan di Indonesia. Kekeringan umumnya diperparah penyebab lainnya yaitu:

1. Terjadinya pergeseran daerah aliran sungai (DAS) terutama di wilayah hulu. Hal ini menyebabkan lahan beralih fungsi, dari lahan bervegetasi menjadi lahan tanpa vegetasi (lahan gundul). Efek dari perubahan ini adalah sistem resapan air di dalam tanah menjadi terganggu dan akhirnya menyebabkan kekeringan.
2. Terjadinya kerusakan sistem hidrologis di wilayah hulu sungai, sehingga waduk dan saluran irigasi diisi oleh sedimen. Hal ini kemudian menyebabkan kapasitas dan daya tampung menjadi menurun. Cadangan air yang kurang akan menyebabkan kekeringan parah saat musim kemarau tiba.
3. Penyebab kekeringan lainnya adalah persoalan agronomis atau dikenal juga dengan nama kekeringan agronomis. Hal ini disebabkan oleh pola tanam petani di Indonesia yang memaksakan penanaman padi pada musim kemarau dan mengakibatkan cadangan air semakin tidak mencukupi.

Sebenarnya Tuhan menciptakan bumi beserta air yang cukup untuk memenuhi hajad hidup manusia, untuk makan, minum, keperluan sehari-hari dan kegiatan pertanian. Permasalahannya adalah ketersediaan. Air kadang kala tidak ada pada saat dibutuhkan untuk irigasi, tetapi di lain waktu terjadi hujan yang menyebabkan banjir. Berapakah jumlah air di permukaan bumi ?

Jika bumi diasumsikan seukuran bola basket, maka jumlah air yang ada di bumi bisa dimasukkan ke dalam bola ping pong. Seberapa banyak air itu? Sekitar 326 juta mil kubik atau 1.332.000.000 kilometer kubik (1,332 km^3). Berdasarkan penelitian terbaru dari US Geological Survey, sekitar 72 persen bumi tertutup air, tetapi 97 persennya adalah air laut yang asin dan tidak cocok untuk diminum dan kegiatan pertanian.

Air tawar di bumi yang dapat dimanfaatkan untuk kehidupan manusia dan kegiatan pertanian jumlahnya sangat sedikit. Berikut ini adalah jumlah air tawar bumi tersebar di seluruh dunia yaitu;

- Tujuh puluh (70) persen dari air tawar berada di dalam lapisan es,
  Kurang dari 1 persen dari air tawar dunia dapat diakses 6 negara (Brasil, Rusia, Kanada, Indonesia, Cina dan Kolombia) memiliki 50 persen dari cadangan air tawar dunia
- Sepertiga dari penduduk dunia hidup dalam negara "kekurangan air". Negara-negara berlabel sedang hingga kekurangan yang tinggi mengkonsumsi air 20 persen lebih dari pasokan yang tersedia.

Ada beberapa hal yang bisa dilakukan sebagai upaya untuk menanggulangi kekeringan di Indonesia, antara lain:

1. Memperbaharui paradigma petani terkait kebiasaan memaksakan penanaman padi di musim kemarau.
2. Membangun atau merehabilitasi jaringan sistem irigasi yang baik dan relevan dengan kondisi alam.
3. Membangun serta memelihara wilayah konservasi lahan dan juga wilayah resapan air.
4. Menciptakan kalender tanam.
5. Pemerintah menyediakan informasi perubahan iklim yang lebih akurat.

Peserta didik sebagai generasi penerus bangsa, khususnya bagi mereka yang sedang mempelajari irigasi, perlu ditanamkan pemahaman konsep di atas sejak

dini, dibangku sekolah, sehingga nantinya dapat dijadikan sebagai bekal untuk mengatasi masalah kekeringan yang kerap melanda kegiatan pertanian di Indonesia.

a. Pengertian irigasi

Sebelum Anda mempelajari lebih lanjut tentang Peranan Irigasi dan Peranannya dalam bidang Pertanian, sebaiknya Anda memahami terlebih dahulu beberapa peristilahan atau pengertian yang berkaitan dengan irigasi dan drainase, misalnya pengertian-pengertian yang digunakan dalam PP No. 20 Tahun 2006 tentang Irigasi.

Beberapa peristilahan yang digunakan dalam PP No. 20 tahun 2006 tentang irigasi adalah sebagai berikut :

Irigasi adalah usaha penyediaan, pengaturan dan pengembangan air irigasi untuk menunjang pertanian yang jenisnya meliputi irigasi permukaan, irigasi rawa, irigasi air bawah tanah, irigasi pompa dan irigasi tambak. Sistem irigasi meliputi prasarana irigasi, air irigasi, manajemen irigasi, kelembagaan pengelolaan irigasi, dan sumber daya manusia. Penyediaan air irigasi adalah penentuan volume air per satuan waktu yang dialokasikan dari suatu sumber air untuk suatu daerah irigasi yang didasarkan waktu, jumlah, dan mutu sesuai dengan kebutuhan untuk menunjang pertanian dan keperluan lainnya.

Pengaturan air irigasi adalah kegiatan yang meliputi pembagian, pemberian, dan penggunaan air irigasi. Pembagian air irigasi adalah kegiatan membagi air di bangunan bagi dalam jaringan primer dan atau jaringan sekunder. Pemberian air irigasi adalah kegiatan menyalurkan air dengan jumlah tertentu dari jaringan primer atau jaringan sekunder ke petak tersier. Penggunaan air irigasi adalah kegiatan memanfaatkan air dari petak tersier untuk mengairi lahan pertanian pada saat diperlukan.

Pembuangan air irigasi, selanjutnya disebut drainase, adalah pengaliran kelebihan air yang sudah tidak dipergunakan lagi pada suatu daerah irigasi tertentu.

Daerah irigasi adalah kesatuan lahan yang mendapat air dari satu jaringan irigasi. Jaringan irigasi adalah saluran, bangunan, dan bangunan pelengkapnya yang merupakan satu kesatuan yang diperlukan untuk penyediaan, pembagian, pemberian, penggunaan, dan pembuangan air irigasi.

Jaringan irigasi primer adalah bagian dari jaringan irigasi yang terdiri dari bangunan utama, saluran induk/primer, saluran pembuangannya, bangunan bagi, bangunan bagi sadap, bangunan sadap, dan bangunan pelengkapnya.

Jaringan irigasi sekunder adalah bagian dari jaringan irigasi yang terdiri dari saluran sekunder, saluran pembuangannya, bangunan bagi, bangunan bagi-sadap, bangunan sadap, dan bangunan pelengkapnya.

Jaringan irigasi air tanah adalah jaringan irigasi yang airnya berasal dari air tanah, mulai dari sumur dan instalasi pompa sampai dengan saluran irigasi air tanah termasuk bangunan di dalamnya.

Saluran irigasi air tanah adalah bagian dari jaringan irigasi air tanah yang dimulai setelah bangunan pompa sampai lahan yang diairi.

Jaringan irigasi desa adalah jaringan irigasi yang dibangun dan dikelola oleh masyarakat desa atau pemerintah desa.

Jaringan irigasi tersier adalah jaringan irigasi yang berfungsi sebagai prasarana pelayanan air irigasi dalam petak tersier yang terdiri dari saluran tersier, saluran kuarter dan saluran pembuang, boks tersier, boks kuarter, serta bangunan pelengkapnya.

Masyarakat petani adalah kelompok masyarakat yang bergerak dalam bidang pertanian, baik yang telah tergabung dalam organisasi perkumpulan petani pemakai air maupun petani lainnya yang belum tergabung dalam organisasi perkumpulan petani pemakai air.

Perkumpulan petani pemakai air adalah kelembagaan pengelolaan irigasi yang menjadi wadah petani pemakai air dalam suatu daerah pelayanan irigasi yang dibentuk oleh petani pemakai air sendiri secara demokratis, termasuk lembaga lokal pengelola irigasi.

Komisi irigasi kabupaten/kota adalah lembaga koordinasi dan komunikasi antara wakil pemerintah kabupaten/kota, wakil perkumpulan petani pemakai air tingkat daerah irigasi, dan wakil pengguna jaringan irigasi pada kabupaten/kota.

Komisi irigasi provinsi adalah lembaga koordinasi dan komunikasi antara wakil pemerintah provinsi, wakil perkumpulan petani pemakai air tingkat daerah irigasi, wakil pengguna jaringan irigasi pada provinsi, dan wakil komisi irigasi kabupaten/ kota yang terkait.

Komisi irigasi antarprovinsi adalah lembaga koordinasi dan komunikasi antara wakil pemerintah kabupaten/kota yang terkait, wakil komisi irigasi provinsi yang terkait, wakil perkumpulan petani pemakai air, dan wakilpengguna jaringan irigasi di suatu

Pengembangan jaringan irigasi adalah pembangunan jaringan irigasi baru dan/atau peningkatan jaringan irigasi yang sudah ada.

Pembangunan jaringan irigasi adalah seluruh kegiatan penyediaan jaringan irigasi di wilayah tertentu yang belum ada jaringan irigasinya.

Peningkatan jaringan irigasi adalah kegiatan meningkatkan fungsi dan kondisi jaringan irigasi yang sudah ada atau kegiatan menambah luas areal

pelayanan pada jaringan irigasi yang sudah ada dengan mempertimbangkan perubahan kondisi lingkungan daerah irigasi.

Pengelolaan jaringan irigasi adalah kegiatan yang meliputi operasi, pemeliharaan, dan rehabilitasi jaringan irigasi di daerah irigasi.

Operasi jaringan irigasi adalah upaya pengaturan air irigasi dan pembuangannya, termasuk kegiatan membukamenutup pintu bangunan irigasi, menyusun rencana tata tanam, menyusun sistem golongan, menyusun rencana pembagian air, melaksanakan kalibrasi pintu/bangunan, mengumpulkan data, memantau, dan mengevaluasi.

Pemeliharaan jaringan irigasi adalah upaya menjaga dan mengamankan jaringan irigasi agar selalu dapat berfungsi dengan baik guna memperlancar pelaksanaan operasi dan mempertahankan kelestariannya.

Rehabilitasi jaringan irigasi adalah kegiatan perbaikan jaringan irigasi guna mengembalikan fungsi dan pelayanan irigasi seperti semula.

Sejarah perkembangan irigasi

Sistem irigasi sudah mulai dikenal sejak jaman peradaban Mesir Kuno yang memanfaatkan Sungai Nil untuk pengairan pertanian mereka. Di Indonesia irigasi tradisional pun telah berlangsung sejak jaman nenek moyang. Hal tersebut dapat dilihat dari cara pengairan dan bercocok tanam pada masa kerajaan-kerajaan yang ada di Indonesia yaitu dengan cara membendung sungai secara bergantian untuk dialirkan ke sawah-sawah.

Cara lain untuk pengairan adalah mencari sumber air pegunungan dan dialirkan dengan bambu yang disambungkan dan ada juga yang menggunakan cara dengan membawa ember yang terbuat dari daun pinang atau menimba dari sungai atau sumber air yang dilemparkan ke sawah dengan ember daun pinang juga.

Gambar 2. Sistem irigasi mesir kuno

Di Bali, sistem irigasi juga sudah ada sebelum tahun 1343 M, hal ini terbukti dengan adanya *sedahan* atau disebut juga petugas yang melakukan koordinasi atas subak-subak dan mengurus pemungutan pajak atas tanah wilayahnya. Sistem irigasi di Bali dikenal dengan istilah subak. Pengertian subak sendiri adalah suatu masyarakat hukum adat di Bali yang bersifat sosio agraris religius yang secara historis tumbuh dan berkembang sebagai suatu organisasi di bidang tata guna air di tingkat usaha tani.

Gambar 3. Sistem irigasi Subak

Demikian juga pada jaman penjajahan Belanda sistem irigasi sudah dikembang dalam upaya mendukung pelaksanaan kegiatan tanam paksa (*Cultuurstelsel*) yang dilak-sanakan pada tahun 1830. Dalam kegiatan tanam paksa tersebut, pemerintah kolonial Belanda mengupayakan agar semua lahan yang dibuat untuk persawahan maupun perkebunan harus menghasilkan panen yang optimal. Sejarah irigasi di Indonesia dapat dibagi menjadi 5 periode yaitu:

1) Masa Sebelum Penjajahan

Irigasi sebelum masa penjajahan ditandai dengan wujud kegiatan dengan kuatnya kearifan lokal yang sangat tinggi. Teknologi dan kelembagaan lokal, sangat menentukan keberadaan sistem irigasi yang dibangun saat itu. Sistem irigasi yang ada, umumnya mempunyai skala irigasi untuk melayani sawah dengan luasan yang kecil dan terbatas. Sehingga pada masa ini, pengelolaanya hanya mengandalkan kapital sosial dari masyarakat sendiri.

2) Masa Penjajahan

Pada masa penjajahan, pembangunan irigasi sudah mulai diintervensi untuk kepentingan pemerintah kolonial. Pembangunan dan pengelolaan irigasi yang sebelumnya banyak dikelola oleh masyarakat, sebagian telah diambil alih pengelolaannya oleh pemerintah kolonial. Teknologi yang digunakan dan kelembagaan pengelola juga sudah dikombinasikan antara kemampuan masyarakat lokal dengan teknologi dan kelembagaan yang dibawa oleh pemerintah kolonial. Akibatnya manajemen pengembangan dan pengelolaan sistem irigasi merupakan kombinasi antara potensi kapital sosial yang ada di masyarakat dengan kemampuan birokrasi pemerintah kolonial.

3) Masa Revolusi/Pasca Kolononial

Pada masa revolusi atau pasca kolonian kegiatan irigasi tidak banyak yang dilakukan, karena pemerintahan saat itu masih memprioritaskan pembangunan politik yang diwarnai terjadinya polarisasi kekuatan politik internasional pasca perang dunia ke-2, serta suasana konfrontasi dengan negara tetangga yang terjadi pada saat itu. Sehingga kondisi dan peran kapital sosial dalam pembangunan dan pengelolaan irigasi yang ada pada saat itu tidak banyak berbeda dengan masa kolonial.

4) Masa Orde Baru.

Pada masa Orde Baru, oleh sebagian pengamat disebut sebagai kebangkitan rezim pemerintah. Pada masa ini ditandai dengan adanya kebangkitan peran pemerintah dalam memperkuat sektor pangan nasional. Sehingga aspek pembangunan dan pembenahan secara besar-besaran di bidang irigasi, banyak dilakukan oleh pemerintah. Pada masa ini, pemerintah berhasil menggantikan undang-undang pengairan versi pemerintah Kolonial, menjadi UU No. 11/1974 tentang Pengairan. Akibat sangat kuatnya upaya pemerintah untuk meraih swa-sembada pangan/beras, maka kegiatan pengembangan dan pengelolaan irigasi banyak dilakukan oleh pemerintah. Pendekatan tersebut berakibat pada ditinggalkannya peranan masyarakat lokal dalam kegiatan keirigasian, dan bahkan banyak terjadi marjinalisasi kapital sosial masyarakat. Pendekatan tersebut membawa konsekuensi ketidakjelasan peran masyarakat dalam kegiatan keirigasian yang akibat selanjutnya menjadikan masyarakat lokal pasif terhadap kegiatan irigasi.

5) **Masa Pasca Orde Baru/Reformasi.**

Pada masa ini dapat juga disebut sebagai respon masyarakat terhadap sistem pembangunan dan pendekatan pembangunan yang totaliter dan sentralistis yang terjadi pada Orde baru. Sehingga masyarakat menuntut adanya reformasi pelaksanaan dan pendekatan pembangunan, termasuk melakukan regulasi ulang dalam berbagai sektor pembangunan. Dalam masa ini lahirlah undang-undang No. 7 tahun 2004 tentang Undang-undang Sumber Daya Air, dan Peraturan Pemerintah No. 20 tahun 2006 tentang Irigasi. Seharusnya pada masa ini tidak mengulang pendekatan pembangunan sebagaimana yang terjadi pada masa Orde Baru, dimana pemerintah sangat mendominasi perencanaan dan pelaksanaan pembangunan. Pada masa ini perlu dibangun suatu sistem dan mekanisme pengembangan dan pengelolaan sistem irigasi yang memberi peran yang lebih nyata kepada masyarakat, dan juga perlu dijadikan masa kebangkitan kapital sosial masyarakat dalam sistem keirigasian Indonesia pada saat sekarang dan untuk kedepannya.

Sistem irigasi sejak dulu telah mengenal saluran primer, sekunder, ataupun tersier. Tetapi sumber air belum memakai sistem waduk. Air dalam sistem irigasi lama disalurkan dari sumber air seperti sungai yang disusun dalam sistem irigasi terpadu, untuk memenuhi pengairan persawahan, para petani diharuskan membayar uang iuran sewa pemakaian air untuk sawahnya. Baru pada tahun 1955 Waduk Jatiluhur dibangun di Jawa Barat. Waduk Jatiluhur terletak di Kecamatan Jatiluhur, Kabupaten Purwakarta (±9 km dari pusat Kota Purwakarta).

Gambar 4. Lokasi Waduk Jatiluhur

Air yang ditampung pada waduk Jatiluhur digunakan untuk irigasi, pasok air baku untuk air minum, industri dan perkotaan, perikanan serta pembangkitan listrik. Manfaat lain bendungan adalah untuk pengendalian banjir dan pariwisata. Waduk Jatiluhur merupakan waduk terbesar di Indonesia, membendung aliran Sungai Citarum di dan membentuk waduk dengan genangan seluas ± 83 km2 dan keliling waduk 150 km pada elevasi muka air normal +107 m di atas permukaan laut (dpl), dengan Luas daerah tangkapan sebesar 4.500 km2.

Pada awalnya Waduk Jatiluhur dirancang memiliki kapasitas tampungan 3 milyar m, namun saat ini tinggal 2,44 milyar m^3 (hasil pengukuran batimetri tahun 2000) akibat sedimentasi. Namun demikian setelah dibangun Bendungan Saguling dan Cirata di atasnya, laju sedimentasi semakin menurun. Bendungan Jatiluhur merupakan bendungan multiguna, dengan fungsi sebagai pembangkit listrik dengan kapasitas terpasang 187.5 MW, pengendalian banjir di Kabupaten Karawang dan Bekasi, irigasi untuk 242.000 hektar, pasok air untuk rumah tangga, industri dan penggelontoran kota, pasokan air untuk kegiatan budidaya perikanan air payau sepanjang pantai utara Jawa Barat seluas 20.000 ha, dan pariwisata.

Gambar 5. Konstruksi Waduk Jatiluhur

b. Fungsi, Tujuan dan Manfaat Irigasi

Fungsi irigasi pada prinsipnya adalah menambah (*suplesi*) kekurangan air pada lahan petanian yang diperoleh dari air hujan atau air tanah, karena jumlah air yang diberikan kepada tanaman tidak mencukupi kebutuhan tanaman. Jika penambahan air melalui irigasi tidak dilakukan, maka pertumbuhan tanaman tidak akan optimal, dan tidak akan menghasilkan panen sesuai dengan yang diharapkan. Jika jumlah atau volume curah hujan atau air tanah yang dapat diambil tanaman sudah mencukupi kebutuhannya, maka irigasi tidak diperlukan lagi.

Adapun tujuan irigasi pada suatu daerah adalah upaya untuk penyediaan dan pengaturan air untuk menunjang kegiatan pertanian, dari sumber air ke daerah yang memerlukan dan mendistribusikan secara teknis dan sistematis.

Sedangkan manfaat yang diperoleh dari kegiatan irigasi adalah :

- Membasahi tanah, yaitu membantu pembasahan tanah pada daerah yang curah hujannya kurang atau tidak menentu.
- Mengatur pembasahan tanah, yang dimaksudkan agar daerah pertanian dapat memperoleh air sepanjang waktu, baik pada musim kemarau mupun pada musim penghujan.
- Meningkatkan kesuburan tanah, yaitu dengan mengalirkan air dan lumpur yang mengandung unsur hara terlarut yang dibutuhkan tanaman pada daerah pertanian sehingga daerah tersebut tanahnya mendapat tambahan unsur-unsur hara.
- Kolmatase, yaitu meninggikan tanah yang di dataran rendah seperti rawa-rawa dengan endapan lumpur yang terbawa oleh air irigasi.
- Penggelontoran air di kota yaitu dengan menggunakan air irigasi, maka kotoran atau sampah di kota digelontor ke tempat yang telah disediakan dan selanjutnya dibasmi secara alamiah.
- Pada daerah dingin, air irigasi dapat meningkatkan suhu tanah, karena air irigasi memiliki suhu yang lebih tinggi dari pada tanah. Hal ini memungkinkan petani di daerah beriklim dingin dapat melakukan kegiatan mengadakan pertanian juga pada musim dingin.

c. Klasifikasi irigasi

Sejalan dengan perkembangan irigasi di Indonesia dapat dilihat ada beberapa sistem irigasi yang digunakan di Indonesia. Jika ditinjau dari proses penyediaan, pemberian, pengelolaan dan pengaturan air, sistem irigasi dapat dikelompokkan menjadi 4 adalah sebagai berikut :

1) Sistem Irigasi Permukaan (*Surface Irrigation System*)

Irigasi permukaan (*surface irrigation*) merupakan metode pemberian air yang paling awal dikembangkan. Irigasi permukaan merupakan irigasi yang terluas cakupannya di seluruh dunia, terutama di Asia. Pada

sistem irigasi permukaan, air irigasi disebarkan ke permukaan tanah dan dibiarkan meresap (*infiltrasi*) ke dalam tanah. Air dibawa dari sumber ke lahan melalui saluran terbuka maupun melalui pipa dengan tekanan rendah. Biaya yang diperlukan untuk mengembangkan sistem irigasi permukan relatif lebih kecil, bila dibandingkan dengan sistem irigasi curah maupun tetes, kecuali bila diperlukan pembentukan lahan, seperti untuk membuat teras.

Sistem irigasi permukaan, khususnya irigasi alur (*furrow irrigation*) banyak dipakai untuk tanaman palawija, karena penggunaan air oleh tanaman lebih efektif. Sistem irigasi alur adalah pemberian air di atas lahan melalui alur-alur kecil atau melalui selang atau pipa kecil dan megalirkannya sepanjang alur dalam lahan.

2) Sistem Irigasi Bawah Permukaan (*Sub Surface Irrigation System*)

Sistem irigasi bawah permukaan (*sub surface irrigation*) adalah sistem irigasi yang diaplikasikan dengan cara meresapkan air ke dalam tanah di bawah zona perakaran melalui sistem saluran terbuka ataupun dengan menggunakan pipa berlubang. Air tanah digerakkan oleh gaya kapiler menuju zona perakaran dan selanjutnya dimanfaatkan oleh tanaman.

3) Sistem Irigasi Curah (*sprinkler irrigation*)

Sistem Irigasi curah (*sprinkler irrigation*) adalah sistem irigasi yang menggunakan tekanan untuk membentuk curahan air yang mirip hujan ke permukaan lahan pertanian. Disamping untuk memenuhi kebutuhan air tanaman, sistem ini dapat pula digunakan untuk mencegah pembekuan, mengurangi erosi lahan, memberikan pupuk dan lain-lain. Pada irigasi curah, air dialirkan dari sumber melalui jaringan pipa yang

disebut pipa utama (*mainline)*, pipa sub utama (*sub-mainline)* ke beberapa pipa cabang (*lateral*) yang masing-masing mempunyai beberapa alat pencurah.

4) Sistem irigasi tetes (*Drip Irrigation*)

Irigasi tetes (drip irrigation) adalah suatu sistem irigasi dimana pemberian air dilakukan melalui pipa/selang berlubang dengan menggunakan tekanan yang kecil, dan air yang keluar berupa tetesan-tetesan langsung pada daerah perakaran tanaman. Tujuan penggunaan sistem irigasi tetes adalah untuk memenuhi kebutuhan air tanaman tanpa harus membasahi keseluruhan lahan, sehingga mengurangi kehilangan air akibat penguapan yang berlebihan, pemakaian air lebih efisien, mengurangi limpasan (aliran permukaan), serta menekan atau mengurangi pertumbuhan gulma.

Ciri- ciri irigasi tetes adalah debit air kecil selama periode waktu tertentu, interval (selang) yang sering, atau frekuensi pemberian air yang tinggi, air diberikan pada daerah perakaran tanaman, aliran air bertekanan rendah dan efisiensi serta keseragaman pemberian air lebih baik.

d. Peraturan dan Perundangan Irigasi

1) Prinsip Pengelolaan Irigasi

Irigasi sebagai suatu system pemberian air harus diatur dan dikelola dengan baik. Dalam pengelolaan sistem irigasi ada beberapa prinsip yang harus dijalankan oleh pengelola, yaitu;

(1) Pengelolaan irigasi diselenggarakan dengan mengutamakan kepentingan masyarakat petani dan dengan menempatkan

perkumpulan petani pemakai air sebagai pengambil keputusan dan pelaku utama dalam pengelolaan irigasi yang menjadi tanggung jawabnya.

(2) Untuk menjamin terselenggaranya pengelolaan irigasi yang efisien dan efektif serta dapat memberikan manfaat yang sebesar-besarnya kepada masyarakat petani, pengelolaan irigasi dilaksanakan dengan mengoptimalkan pemanfaatan air permukaan dan air bawah tanah secara terpadu.

(3) Penyelenggaraan pengelolaan irigasi dilaksanakan dengan prinsip satu sistem irigasi satu kesatuan pengelolaan dengan memperhatikan kepentingan pengguna di bagian hulu, tengah, dan hilir secara seimbang.

(4) Penyelenggaraan pengelolaan irigasi dilakukan dengan melibatkan semua pihak yang berkepentingan agar dapat dicapai pemanfaatan jaringan irigasi yang optimal.

(5) Keberlanjutan sistem irigasi dilaksanakan dengan dukungan keandalan air irigasi dan prasarana irigasi yang baik, guna menunjang peningkatan pendapatan petani.

(6) Dalam rangka menunjang peningkatan pendapatan petani, pengelolaan irigasi dilaksanakan dengan mengantisipasi modernisasi pertanian dan diversifikasi atau penganekaragaman usaha tani dengan dukungan penyediaan sarana dan prasarana sesuai kebutuhan.

(7) Untuk mendukung keandalan air irigasi dapat dilaksanakan dengan membangun waduk, mengendalikan kualitas air, jaringan drainase yang sepadan, dan memanfaatkan kembali air pembuangan/drainase.

2) Kelembagaan Pengelolaan Irigasi

Untuk menjamin terlaksananya sistem irgasi yang efektif dan efisien perlu dibentuk lembaga pengelola irigasi. Adapun komponen-komponen kelembagaan suatu sistem pengelolaan irigasi adalah :

(1) Petani pemakai air atau pihak lain yang kegiatannya berkaitan dengan pengelolaan irigasi sesuai dengan kewenangannya dalam perencanaan, pembangunan, operasi dan pemeliharaan, rehabilitasi, peningkatan, dan pembiayaan jaringan irigasi.

(2) Petani pemakai air dapat membentuk perkumpulan petani pemakai air sampai tingkat daerah irigasi sebagai lembaga yang berwenang untuk mengatur pengelolaan daerah irigasi sebagai satu kesatuan pengelolaan.

(3) Dalam rangka pemenuhan kebutuhan air irigasi untuk berbagai keperluan, Bupati/Walikota membentuk komisi irigasi yang ditetapkan dengan Keputusan Bupati/Walikota.

(4) Komisi Irigasi sebagaimana dimaksud dalam ayat (3) mempunyai fungsi membantu Bupati/Walikota dalam peningkatan kinerja pengelolaan irigasi, terutama pada bidang penyediaan, pembagian, dan pemberian air irigasi bagi tanaman dan untuk keperluan lainnya serta merekomendasikan prioritas alokasi dana pengelolaan irigasi Kabupaten/Kota.

(5) Dalam rangka koordinasi pengelolaan di daerah irigasi yang jaringan utamanya berfungsi multiguna, dapat dibentuk forum koordinasi daerah irigasi.

(6) Pembagian wewenang dan tanggung jawab serta mekanisme kerja antar lembaga pengelola irigasi dilakukan sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

3) Pemberdayaan Perkumpulan Petani Pemakai Air (P3A)

Dalam pelaksanaan pembagian air di lapangan, perlu di atur melalui pertkumpulan petani pemakai air (P3A), yaitu;

(1) Pemerintah Daerah melakukan pemberdayaan perkumpulan petani pemakai air melalui penguatan dan peningkatan kemampuan perkumpulan petani pemakai air.
(2) Pemerintah Daerah atau pihak lain dapat memberikan bantuan dan fasilitasi kepada perkumpulan petani pemakai air, yang dituangkan dalam kesepakatan tertulis.
(3) Apabila terjadi hambatan dalam kepengurusan perkumpulan petani pemakai air yang menyebabkan tidak berfungsinya perkumpulan petani pemakai air sebagai pengelola irigasi, maka Pemerintah Daerah dapat memfasilitasi penyelesaian permasalahan perkumpulan petani pemakai air tersebut.
(4) Pemerintah Daerah menetapkan kebijakan daerah berdasarkan kebijakan nasional sebagai pengaturan lebih lanjut tentang pemberdayaan perkumpulan petani pemakai air.

4) Konsepsi Kelembagaan Pengelolaan Irigasi

Perkembangan kelembagaan irigasi telah banyak mewamai pergeseran sistem kelembagaan dan dinamika sosial ekonomi masyarakat pedesaan, dan fenomena ini akan terus berlangsung. Interaksi teknologi irigasi dan kelembagaan irigasi akan mewujudkan suatu proses pembentukan kelembagaan baru. Atas dasar ini, kelembagaan diwujudkan sebagai aturan main untuk mengatur pelaku ekonomi dalam suatu komunitas. Kelembagaan mengandung makna aturan main yang dianut oleh masyarakat atau anggota yang dijadikan pedoman oleh seluruh anggota masyarakat atau anggota organisasi dalam melakukan

transaksi. Kelembagaan secara evolusi tumbuh dari masyarakat atau sengaja dibentuk. Namun pada hakekatnya bentuk kelembagaan mengatur tiga hal esensial, yaitu penguasaan, pemanfaatan, dan transfer teknologi.

Lembaga-Iembaga tradisional pengelola irigasi yang sampai saat ini masih bertahan membuktikan betapa pentingnya organisasi dalam suatu pengelolaan air. Organisasi pengelola air bukan sekedar untuk kegiatan teknis semata, namun juga merupakan suatu lembaga sosial, bahkan di pedesaan Indonesia kandungan kaidah-kaidah yang telah disepakati lebih sarat daripada sarana fisiknya. Pasandaran dan Taryoto (1993) mengungkapkan bahwa berbagai pengaturan irigasi yang berorientasi pada upaya generalisasi kebijaksanaan, tanpa memperhatikan norma-norma setempat, seringkali menghadapi hambatan. Karena itu, dalam sistem kemasyarakatan yang majemuk seperti yang ada di Indonesia, pertimbangan kekhasan masing-masing masyarakat atau wilayah seyogianya harus mendapat pertimbangan.

Dalam sistem kelembagaan pengelolaan irigasi terkandung makna elemen-elemen partisipan, teknologi, tujuan, dan struktur dimama terdapat interdependensi satu sama lain. Sistem kelembagaan yang dianut bertujuan ke arah efisiensi dengan mengurangi ongkos transaksi (*transaction cost*). Hubungan sistem kelembagaan dan biaya transaksi tercirikan pada tiga kaitan sifat yang secara nyata menyebabkan adanya perbedaan insentif dan pembatas bagi partisipan yaitu: 1) sifat fisik irigasi, 2) sifat masyarakat partisipan, dan 3) system kelembagaan.

Dalam konteks kembagaan irigasi, tiga aspek penting yang sangat berperan yaitu; 1) batas kewenangan hukum (*jurisdiction boundary*) yaitu batas kewenangan suatu lembaga dalam mengatur sumber daya air yang umumnya berdasarkan batas hidrologi seperti saluran sekunder dan saluran primer, 2) hak kepemilikan (*property rights*) yaitu

hak setiap individu petani untuk mendapatkan pelayanan air sesuai dengan kewajiban yang dibebankan, dan 3) aturan representasi (*rule of representation*) yaitu aturan yang telah disepakati dengan tujuan untuk menjamin terjadinya keseimbangan antara hak atas pelayanan air yang diperoleh dengan besarnya kewajiban yang dibebankan. Agar aturan ini bisa ditegakkan, maka perlu adanya penerapan sanksi secara konsisten.

Sementara itu, aspek teknis pada dasarnya menyangkut alokasi air (*water allocation*) serta operasi dan pemeliharaan (*maintenance*). Keterpaduan aspek teknis dan sistem kelembagaan dalam pengelolaan irigasi akan berpengaruh terhadap hasil produksi , efisiensi, dan optimasi pengalokasian sumber daya air.

Lemahnya keterpaduan aspek teknis dan sistem kelembagaan seringkali menimbulkan konflik manajemen sumber daya air. Oleh karena itu, kejelasan *water rights* akan merefleksikan hak dan tanggungjawab dalam pengelolaan sistem irigasi dan kemudahan untuk akses dan kontrol terhadap sumber daya air.

Adanya konversi lahan pertanian ke non-pertanian menyebabkan permintaan air antar sektor semakin kompetitif, dan kondisi ini seringkali memicu timbulnya konflik dalam alokasi dan pendistribusian air. Konflik juga bisa timbul karena tidak adanya aturan yang baku, tidak adanya kejelasan batas kewenangan dan ketidakseimbangan antara pelayanan air yang diterima dengan kewajiban yang harus dibayar. Agar ketersediaan air terjamin secara berkelanjutan diperlukan pemeliharaan, baik pada saluran irigasi maupun sumber air.

Tidak adanya kejelasan siapa yang telah mendapatkan pelayanan air dan siapa yang harus bertanggung jawab terhadap pemeliharaan saluran dan sumber air merupakan potensi konflik yang bisa pecah sewaktu-waktu.

e. Kebijakan Pengelolaan Irigasi

Pembiayaan pengelolaan jaringan irigasi yang berkesinambungan memerlukan keterpaduan menyeluruh antara investasi jangka pendek untuk kegiatan operasional dan pemeliharaan (OP) dan jangka panjang untuk kegiatan pemeliharaan sistem irigasi. Karena terbatasnya dana untuk menangani kegiatan OP irigasi, maka pemerintah mencanangkan kebijaksanaan Iuran Pengelolaan Air (IPAIR). Tujuannya adalah untuk mencapai pemulihan biaya secara penuh atas biaya OP jaringan irigasi. Hal ini merupakan tantangan dan peluang bagi Perkumpulan Petani Pemakai Air (P3A) dalam memperluas kegiatan usaha ekonominya sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan para anggotanya. Untuk meningkatkan kapasitas P3A dalam mengelola jaringan irigasi secara mandiri, diperlukan penyesuaian fungsi kelembagaan P3A.

Secara umum kebijaksanaan pengaturan irigasi yang dikeluarkan pemerintah memuat tentang perlindungan sumber daya air dan pengaturan pemanfaatannya. Kebijaksa-naan pemerintah terbaru dalam pengelolaan air irigasi adalah Inpres No. 3 Tahun 1999 tentang pembaharuan kebijaksanaan pengelolaan irigasi. Kebijaksanaan tersebut memuat lima isi pokok sebagai berikut: 1) Mendefinisi ulang (redefinisi) tugas dan tanggung jawab lembaga pengelola irigasi, 2) Pemberdayaan kelembagaan P3A, 3) Penyerahan Pengelolaan Irigasi (PPI) kepada lembaga P3A, 4) Pembiayaan Operasi dan Pemeliharaan jaringan irigasi melalui IPAIR dan 5) Keberlanjutan sistem irigasi.

Terlaksananya pembaharuan kebijaksanaan pengelolaan irigasi ini sangat bergantung pada upaya pemerintah dalam pemberdayaan P3A, khususnya menyangkut tiga aspek pokok yaitu, 1) pelaksanaan PPI, 2) pelaksanaan IPAIR, dan 3) pembiayaan pengelolaan jaringan irigasi. Dengan

dikeluarkannya Inpres tersebut, IPAIR tidak lagi disetor ke Dispenda Kabupaten/Kota, tetapi sepenuhnya dikelola oleh P3A Gabungan

yang wilayah kerjanya meliputi satu saluran sekunder dan P3A gabungan yang wilayah kerjanya meliputi satu saluran primer. Sebagai konsekuensinya, perbaikan dan pemeliharaan saluran primer dan sekunder tidak lagi menjadi tanggung jawab pemerintah. Lebih lanjut ditetapkan bahwa: 1) perbaikan dan pemeliharaan sepanjang saluran primer menjadi tanggung jawab P3A Gabungan, 2) perbaikan sepanjang saluran sekunder menjadi tanggungjawab P3A Gabungan, dan 3) perbaikan dan pemeliharaan tersier ke bawah masih menjadi tanggung jawab P3A dengan dana dari iuran P3A.

Dari sisi petani (P3A), pelaksanaan PPI dapat memberi manfaat sebagai berikut: 1) meningkatkan kemampuan P3A sebagai lembaga petani yang mandiri, dan mampu menyelesaikan permasalahan yang dihadapi, dan 2) petani mempunyai kewenangan dalam pengambilan keputusan dan pengelolaan dana IPAIR. Dari sisi pemerintah, manfaat IPAIR adalah: 1) beban pemerintah daerah dalam kegiatan Operasi dan Pemeliharaan jaringan berkurang, 2) pemerintah hanya berperan sebagai fasilitator, bersifat koordinatif dan menjaga keberlanjutan sumber daya air.

Implementasi kebijaksanaan pemerintah tersebut membawa perubahan besar dalam pola pengelolaan irigasi, baik dalam aspek peran dan tanggung jawab lembaga pengelola irigasi maupun pendanaan terhadap kegiatan Operasi dan Pemeliharaan jaringan irigasi. Mengingat setiap daerah memiliki kondisi teknis jaringan dan sosio kultur beragam, maka perlu adanya pedoman PPI secara jelas dan rinci sesuai dengan

kondisi dan situasi daerah. Dengan adanya pedoman tersebut diharapkan dapat terwujud pelaksanaan Operasi dan Pemeliharan jaringan irigasi

yang efisien dan efektif serta berkelanjutan melalui peran aktif masyarakat dan pemberdayaan kelembagaan P3AI dan P3A Gabungan.

Kemampuan dan kondisi sosiokultural masyarakat maupun lembaga pemerintah pengelola irigasi relative heterogen, sehingga kegiatan PPI harus dilakukan dengan menerapkan asas selektif, bertahap, dan demokratis disesuaikan dengan kondisi jaringan irigasi dan tingkat kesiapan P3A/P3A Gabungan setempat. Di samping itu, jaringan irigasi yang akan diserahkan merupakan jaringan irigasi yang secara teknis siap untuk diserahkan. Dengan demikian, diperlukan kriteria yang jelas serta disepakati bersama antara pemerintah dan P3A/P3A Gabungan.

Sebagaimana diketahui bahwa PPI merupakan pengalihan wewenang dan tanggung jawab. Belum adanya dasar hukum yang melandasi pelaksanaan PPI, khususnya menyangkut luas cakupan, wewenang dan tanggutig jawab yang dialihkan akan menyebabkan terhambatnya mekanisme pengalihan tersebut. Sebagai ilustrasi, Kabupaten Grobogan dan Kulon Progo yang merupakan "pilot project" PPI belum disertai dasar hokum yang konkrit, sehingga ketentuan hokum yang digunakan mengacu pada Peraturan Daerah Propinsi.

Mekanisme birokrasi yang harus ditempuh adalah melalui surat Gubernur yang berisi penyerahan kewenangan kepada Bupati untuk menyiapkan perangkat hukum dan Surat Keputusan (SK) penyerahan pengelolaan irigasi kepada P3A1P3A Gabungan.

Pengelolaan Air Irigasi

Pemerintah, pemerintah provinsi, atau pemerintah kabupaten/kota sesuai dengan kewenangannya dalam pengelolaan sumber daya air mengakui hak ulayat masyarakat

hukum adat setempat dan hak yang serupa dengan itu yang berkaitan dengan penggunaan air dan sumber air untuk irigasi sebatas kebutuhannya sepanjang tidak bertentangan dengan kepentingan nasional dan peraturan perundang-undangan.

Hak Guna Air untuk Irigasi

Hak guna air untuk irigasi berupa hak guna pakai air untuk irigasi dan hak guna usaha air untuk irigasi. Hak guna pakai air untuk irigasi diberikan untuk pertanian rakyat.

Hak guna usaha air untuk irigasi diberikan untuk keperluan pengusahaan di bidang pertanian.

Pengembang yang akan melaksanakan pembangunan sistem irigasi baru, atau peningkatan sistem irigasi yang sudah ada harus mengajukan permohonan izin prinsip alokasi air kepada Menteri, gubernur, atau bupati/walikota sesuai dengan kewenangannya.

Menteri, gubernur, atau bupati/walikota dapat menyetujui atau menolak permohonan izin prinsip alokasi air kepada pengembang berdasarkan hasil pengkajian dengan memperhatikan ketersediaan air, kebutuhan air irigasi, aspek lingkungan, dan kepentingan lainnya.

Jika hal permohonan izin prinsip alokasi air disetujui, pengembang dapat melaksanakan pembangunan sistem irigasi baru atau peningkatan sistem irigasi yang sudah ada.

Izin prinsip alokasi air ditetapkan menjadi hak guna air untuk irigasi oleh Menteri, gubernur, atau bupati/walikota sesuai dengan kewenangan dengan memperhatikan ketersediaan air, kebutuhan air irigasi, aspek lingkungan, dan kepentingan lainnya berdasarkan permintaan: (a) perkumpulan petani pemakai air, untuk jaringan irigasi yang telah selesai

dibangun oleh pemerintah atau oleh perkumpulan petani pemakai air; dan (b) badan usaha, badan sosial, atau perseorangan, untuk jaringan irigasi yang telah selesai dibangun.

Hak guna pakai air untuk irigasi diberikan kepada masyarakat petani melalui perkumpulan petani pemakai air dan bagi pertanian rakyat yang berada di dalam sistem irigasi yang sudah ada diperoleh tanpa izin.

Hak guna pakai air untuk irigasi diberikan pada setiap daerah irigasi di pintu pengambilan pada bangunan utama.

Hak guna pakai air untuk irigasi dalam bentuk keputusan dari Menteri, gubernur, atau bupati/walikota sesuai dengan kewenangannya yang dilengkapi dengan rincian daftar petak primer, petak sekunder, dan petak tersier yang mendapatkan air.

Hak guna pakai air untuk irigasi bagi pertanian rakyat pada sistem irigasi baru dan sistem irigasi yang ditingkatkan diberikan kepada masyarakat petani melalui perkumpulan petani pemakai air berdasarkan permohonan izin pemakaian air untuk irigasi. Hak guna pakai air untuk irigasi diberikan pada setiap daerah irigasi di pintu pengambilan pada bangunan utama.

Hak guna pakai air untuk irigasi diberikan dalam bentuk keputusan dari Menteri, gubernur, atau bupati/walikota sesuai dengan kewenangannya yang dilengkapi dengan rincian daftar petak primer, petak sekunder, dan petak tersier yang mendapatkan air.

Hak guna pakai air untuk irigasi diberikan pada suatu sistem irigasi sesuai dengan luas daerah irigasi yang dimanfaatkan.

Hak guna pakai air untuk irigasi dievaluasi setiap 5 (lima) tahun oleh Menteri, gubernur, atau bupati/walikota sesuai dengan kewenangannya untuk mengkaji ulang kesesuaian antara hak guna pakai air untuk irigasi dengan penggunaan air dan ketersediaan air pada sumbernya.

Hasil evaluasi hak guna air digunakan Menteri, gubernur atau bupati/walikota sebagai dasar untuk melanjutkan, menyesuaikan, atau mencabut hak guna pakai air untuk irigasi.

Hak guna usaha air untuk irigasi bagi badan usaha, badan sosial, atau perseorangan diberikan berdasarkan izin.

Hak guna usaha air untuk irigasi diberikan dalam bentuk keputusan oleh Menteri, gubernur, dan bupati/walikota sesuai dengan kewenangannya dalam pengelolaan sumber daya air berdasarkan permohonan izin pengusahaan air untuk irigasi. Persetujuan atas permohonan diberikan secara selektif dengan tetap mengutamakan penggunaan air untuk pemenuhan kebutuhan pokok sehari-hari dan irigasi pertanian rakyat.

Hak guna usaha air untuk irigasi diberikan untuk daerah pelayanan tertentu di pintu pengambilan pada bangunan utama.

Hak guna usaha air untuk irigasi diberikan untuk daerah pelayanan tertentu paling lama 10 (sepuluh) tahun dan dapat diperpanjang.

Hak guna usaha air untuk irigasi dievaluasi setiap 5 (lima) tahun oleh Menteri, gubernur, atau bupati/walikota sesuai dengan kewenangannya untuk mengkaji ulang kesesuaian antara hak guna usaha air untuk irigasi dengan penggunaan air dan ketersediaan air pada sumbernya.

Hasil evaluasi hak guna usaha air irigasi digunakan Menteri, gubernur, atau bupati/walikota sebagai dasar untuk melanjutkan, menyesuaikan, atau mencabut hak guna usaha air untuk irigasi.

Ketentuan lebih lanjut mengenai tata cara pemberian izin untuk memperoleh hak guna air untuk irigasi diatur dengan peraturan Menteri.

Penyediaan Air Irigasi

Penyediaan air irigasi ditujukan untuk mendukung produktivitas lahan dalam rangka meningkatkan produksi pertanian yang maksimal. Dalam hal tertentu, penyediaan air irigasi dapat diberikan dalam batas tertentu untuk pemenuhan kebutuhan lainnya. Penyediaan air irigasi sebagaimana direncanakan berdasarkan pada prakiraan ketersediaan air pada sumbernya dan digunakan sebagai dasar penyusunan rencana tata tanam.

Dalam penyediaan air irigasi, Pemerintah, pemerintah provinsi, atau pemerintah kabupaten/kota sesuai dengan kewenangannya mengupayakan; (a) optimalisasi pemanfaatan air irigasi pada daerah irigasi atau antar daerah irigasi, (b) keandalan ketersediaan air irigasi serta pengendalian dan perbaikan mutu air irigasi dalam rangka penyediaan air irigasi. Penyusunan rencana tata tanam dilaksanakan oleh dinas kabupaten/kota atau dinas provinsi sesuai dengan kewenangannya berdasarkan usulan perkumpulan petani pemakai air.

Penyusunan rencana tata tanam pada daerah irigasi yang menjadi kewenangan Pemerintah, kecuali daerah irigasi lintas provinsi, dilimpahkan kepada gubernur. Penyusunan rencana tata tanam daerah irigasi lintas provinsi dilakukan bersama oleh dinas provinsi yang terkait dan dibahas melalui komisi irigasi antarprovinsi.

Rencana tata tanam di seluruh daerah irigasi yang terletak dalam suatu kabupaten/kota, baik yang disusun oleh dinas kabupaten/kota maupun yang disusun oleh dinas provinsi dibahas dan disepakati dalam komisi irigasi kabupaten/kota serta ditetapkan oleh bupati/walikota.

Ketentuan lebih lanjut mengenai penyediaan air irigasi untuk penyusunan rencana tata tanam diatur dengan peraturan Menteri setelah berkoordinasi dengan menteri yang membidangi pertanian.

Penyediaan air irigasi disusun dalam rencana tahunan penyediaan air irigasi pada setiap daerah irigasi. Rancangan rencana tahunan penyediaan air irigasi disusun oleh dinas kabupaten/kota atau dinas provinsi sesuai dengan kewenangannya berdasarkan usulan perkumpulan petani pemakai air yang didasarkan pada rancangan rencana tata tanam.

Rancangan rencana tahunan penyediaan air irigasi dibahas dan disepakati dalam komisi irigasi kabupaten/kota atau komisi irigasi provinsi sesuai dengan daerah irigasinya.

Rancangan rencana tahunan penyediaan air irigasi disampaikan oleh komisi irigasi kabupaten/kota atau komisi irigasi provinsi dalam rapat dewan sumber daya air yang bersangkutan guna mendapatkan alokasi air untuk irigasi.

Rancangan rencana tahunan penyediaan air irigasi ditetapkan oleh bupati/walikota atau gubernur sesuai dengan kewenangannya. Dalam hal ketersediaan air dari sumber air tidak mencukupi sehingga menyebabkan perubahan rencana penyediaan air yang mengakibatkan perubahan alokasi air untuk irigasi, perkumpulan petani pemakai air menyesuaikan kembali rancangan rencana tata tanam di daerah irigasi yang bersangkutan.

Penyusunan rencana tahunan penyediaan air irigasi yang menjadi kewenangan Pemerintah yang dilimpahkan kepada gubernur berdasarkan asas dekon-sentrasi, berlaku ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 38 ayat (2) sampai dengan ayat (6).

Rancangan rencana tahunan penyediaan air irigasi yang menjadi kewenangan Pemerintah yang belum dilimpahkan kepada gubernur berdasarkan asas dekonsentrasi disusun oleh instansi pusat yang membidangi irigasi dan disepakati bersama dalam komisi irigasi antar provinsi.

Rancangan rencana tahunan penyediaan air irigasi yang telah disepakati disampaikan oleh komisi irigasi antarprovinsi dalam rapat dewan sumber daya air guna mendapatkan alokasi air untuk irigasi.

Dalam hal komisi irigasi antarprovinsi belum terbentuk, rancangan rencana tahunan penyediaan air irigasi disusun oleh instansi pusat yang membidangi irigasi dan disepakati bersama dalam komisi irigasi provinsi serta disampaikan oleh komisi irigasi provinsi dalam rapat dewan sumber daya air guna mendapatkan alokasi air untuk irigasi.

Rancangan rencana tahunan penyediaan air irigasi ditetapkan oleh Menteri sebagai rencana tahunan penyediaan air irigasi.

Jika terjadi kekeringan pada sumber air yang mengakibatkan terjadinya kekurangan air irigasi sehingga diperlukan substitusi air irigasi, Pemerintah, pemerintah provinsi, atau pemerintah kabupaten/kota sesuai dengan kewenangannya dapat mengupayakan tambahan pasokan air irigasi dari sumber air lainnya atau melakukan penyesuaian penyediaan dan pengaturan air irigasi setelah memperhatikan masukan dari komisi irigasi sesuai dengan peraturan perundang-undangan.

Pengaturan Air Irigasi

Pelaksanaan pengaturan air irigasi didasarkan atas rencana tahunan pengaturan air irigasi yang memuat rencana tahunan pembagian dan pemberian air irigasi. Rancangan rencana tahunan pembagian dan pemberian air irigasi disusun oleh dinas kabupaten/kota atau dinas provinsi sesuai dengan kewenangannya berdasarkan rencana tahunan penyediaan air irigasi dan usulan perkumpulan petani pemakai air mengenai kebutuhan air dan rencana tata tanam.

Rancangan rencana tahunan pembagian dan pemberian air irigasi dibahas dan disepakati oleh komisi irigasi kabupaten/kota atau komisi irigasi provinsi sesuai dengan daerah irigasinya dengan memperhatikan kebutuhan air untuk irigasi yang disepakati perkumpulan petani pemakai air di setiap daerah irigasi.

Rancangan rencana tahunan pembagian dan pemberian air irigasi yang telah disepakati oleh komisi irigasi ditetapkan oleh bupati/walikota atau gubernur sesuai dengan kewenangan dan/atau wewenang yang ditugaskan kepada pemerintah daerah.

Pembagian dan pemberian air irigasi berdasarkan rencana tahunan pembagian dan pemberian air irigasi dimulai dari petak primer, sekunder sampai dengan tersier dilakukan oleh pelaksana pengelolaan irigasi sesuai dengan kebutuhan masing-masing.

Rancangan rencana tahunan pembagian dan pemberian air irigasi pada daerah irigasi lintas provinsi dan strategis nasional yang belum ditugaskan kepada pemerintah kabupaten/kota atau pemerintah provinsi disusun oleh instansi pusat yang membidangi irigasi berdasarkan usulan perkumpulan petani pemakai air mengenai kebutuhan air dan rencana tata tanam serta usulan pemakai air lainnya.

Rancangan rencana tahunan pembagian dan pemberian air irigasi dibahas dan disepakati oleh komisi irigasi antarprovinsi.

Dalam hal komisi irigasi antarprovinsi belum terbentuk, rancangan rencana tahunan pembagian dan pemberian air irigasi dibahas dan disepakati oleh komisi irigasi provinsi.

Rancangan rencana tahunan pembagian dan pemberian air irigasi yang telah disepakati ditetapkan oleh Menteri.

Rencana tahunan pembagian dan pemberian air irigasi yang telah ditetapkan dilaksanakan oleh instansi pusat yang membidangi irigasi, dinas provinsi, atau dinas kabupaten/kota dalam rangka pelaksanaan tugas pembantuan.

Pembagian dan pemberian air irigasi berdasarkan rencana tahunan pembagian dan pemberian air irigasi dimulai dari petak primer, sekunder sampai dengan tersier dilakukan secara terukur oleh pelaksana pengelolaan irigasi sesuai dengan kebutuhan masing-masing.

Pembagian air irigasi dalam jaringan primer dan/atau jaringan sekunder dilakukan melalui bangunan bagi atau bangunan bagi-sadap yang telah ditentukan.

Pemberian air irigasi ke petak tersier harus dilakukan melalui bangunan sadap atau bangunan bagi-sadap yang telah ditentukan.

Penggunaan air irigasi di tingkat tersier menjadi hak dan tanggung jawab perkumpulan petani pemakai air.

Penggunaan air irigasi dilakukan dari saluran tersier atau saluran kuarter pada tempat pengambilan yang telah ditetapkan oleh perkumpulan petani pemakai air.

Penggunaan air di luar ketentuan, dilakukan dengan izin dari Pemerintah, pemerintah provinsi, atau pemerintah kabupaten/kota sesuai dengan kewenangannya.

Dalam hal penyediaan air irigasi tidak mencukupi, pengaturan air irigasi dilakukan secara bergilir yang ditetapkan oleh bupati/walikota atau gubernur sesuai dengan tanggung jawabnya.

Drainase

Drainase adalah suatu proses pengeluaran air irigasi berlebih ke luar dari lahan pertanaman. Aturan-aturan tentang drainase lahan pertanian adalah sebagai berikut, yaitu:

1) Setiap pembangunan jaringan irigasi dilengkapi dengan pembangunan jaringan drainase yang merupakan satu kesatuan dengan jaringan irigasi yang bersangkutan.
2) Jaringan drainase sebagaimana berfungsi untuk mengalirkan kelebihan air agar tidak mengganggu produktivitas lahan.
3) Kelebihan air irigasi yang dialirkan melalui jaringan drainase harus dijaga mutunya dengan upaya pencegahan pencemaran agar memenuhi persyaratan mutu berdasarkan peraturan perundang-undangan.
4) Pemerintah, pemerintah provinsi, pemerintah kabupaten/kota, perkumpulan petani pemakai air, dan masyarakat berkewajiban menjaga kelangsungan fungsi drainase.
5) Setiap orang dilarang melakukan tindakan yang dapat mengganggu fungsi drainase.

Penggunaan Air untuk Irigasi Langsung dari Sumber Air

Penggunaan air untuk irigasi yang diambil langsung dari sumber air permukaan harus mendapat izin dari Pemerintah, pemerintah provinsi, atau pemerintah kabupaten/ kota sesuai dengan kewenangannya dalam pengelolaan sumber daya air.

Penggunaan air untuk irigasi yang diambil langsung dari cekungan air tanah harus mendapat izin dari pemerintah kabupaten/kota sesuai dengan peraturan perundang-undangan.

Pengembangan Jaringan Irigasi

Pembangunan jaringan irigasi dilaksanakan berdasarkan rencana induk pengelolaan sumber daya air di wilayah sungai dengan memperhatikan rencana pembangunan pertanian, dan sesuai dengan norma, standar, pedoman, dan manual yang ditetapkan oleh Menteri.

Pembangunan jaringan irigasi harus mendapat izin dan persetujuan desain dari Pemerintah, pemerintah provinsi, atau pemerintah kabupaten/kota sesuai dengan kewenangannya.

Pengawasan pembangunan jaringan irigasi dilaksanakan oleh Pemerintah, peme-rintah provinsi, atau pemerintah kabupaten/kota sesuai dengan kewenangannya.

Pemerintah, pemerintah provinsi, atau pemerintah kabupaten/kota sesuai dengan kewenangannya bertanggung jawab dalam pembangunan jaringan irigasi primer dan sekunder. Pembangunan jaringan irigasi primer dan sekunder dapat dilakukan oleh perkumpulan petani pemakai air sesuai dengan kebutuhan dan kemampuannya berdasarkan izin dari Pemerintah, pemerintah provinsi, atau pemerintah kabupaten/ kota sesuai dengan kewenangannya dalam pengelolaan sumber daya air.

Pembangunan jaringan irigasi tersier menjadi hak dan tanggung jawab perkumpulan petani pemakai air.

Dalam hal perkumpulan petani pemakai air tidak mampu melaksanakan pembangunan jaringan irigasi tersier yang menjadi hak dan tanggung jawabnya, Pemerintah, pemerintah provinsi, atau pemerintah kabupaten/kota dapat membantu pembangunan jaringan irigasi tersier berdasarkan permintaan dari perkumpulan petani pemakai air dengan memperhatikan prinsip kemandirian.

Badan usaha, badan sosial, atau perseorangan yang memanfaatkan air dari sumber air melalui jaringan irigasi yang dibangun pemerintah dapat membangun jaringannya sendiri setelah memperoleh izin dan persetujuan desain dari Menteri, gubernur, atau bupati/walikota sesuai dengan kewenangannya.

Pedoman mengenai tata cara pemberian izin pembangunan jaringan irigasi ditetapkan dengan peraturan Menteri.

Peningkatan Jaringan Irigasi

Peningkatan jaringan irigasi dilaksanakan berdasarkan rencana induk pengelolaan sumber daya air di wilayah sungai dengan memperhatikan rencana pembangunan pertanian dan sesuai dengan norma, standar, pedoman, dan manual yang ditetapkan oleh Menteri.

Peningkatan jaringan irigasi sebagaimana dimaksud pada ayat (1) harus mendapat izin dan persetujuan desain dari Pemerintah, pemerintah provinsi, atau pemerintah kabupaten/kota sesuai dengan kewenangannya.

Pengawasan peningkatan jaringan irigasi dilaksanakan oleh Pemerintah, pemerintah provinsi, atau pemerintah kabupaten/kota sesuai dengan kewenangannya.

Pemerintah, pemerintah provinsi, atau pemerintah kabupaten/kota sesuai dengan kewenangannya bertanggung jawab dalam peningkatan jaringan irigasi primer dan sekunder.

Peningkatan jaringan irigasi primer dan sekunder dapat dilakukan oleh perkumpulan petani pemakai air sesuai dengan kebutuhan dan kemampuannya berdasarkan izin dari Pemerintah, pemerintah provinsi, atau pemerintah kabupaten/kota sesuai dengan kewenangannya dalam pengelolaan sumber daya air.

Peningkatan jaringan irigasi tersier menjadi hak dan tanggung jawab perkumpulan petani pemakai air.

Dalam hal perkumpulan petani pemakai air tidak mampu melaksanakan peningkatan jaringan irigasi tersier yang menjadi hak dan tanggung jawabnya, Pemerintah, pemerintah provinsi, atau pemerintah kabupaten/kota dapat membantu peningkatan jaringan irigasi berdasarkan permintaan dari perkumpulan petani pemakai air dengan memperhatikan prinsip kemandirian.

Badan usaha, badan sosial, atau perseorangan yang memanfaatkan air dari sumber air melalui jaringan irigasi yang dibangun pemerintah dapat meningkatkan jaringannya sendiri setelah memperoleh izin dan persetujuan desain dari Menteri, gubernur, atau bupati/walikota sesuai dengan kewenangannya.

Pengubahan dan/atau pembongkaran jaringan irigasi primer dan sekunder yang mengakibatkan perubahan bentuk dan fungsi jaringan irigasi primer dan sekunder harus mendapat izin dari Menteri, gubernur, atau bupati/walikota sesuai dengan kewenangannya.

Pengubahan dan/atau pembongkaran jaringan irigasi tersier harus mendapat persetujuan dari perkumpulan petani pemakai air.

Pembangunan dan/atau peningkatan jaringan irigasi dilakukan bersamaan dengan kegiatan pengembangan lahan pertanian beririgasi sesuai dengan rencana dan program pengembangan pertanian dengan mempertimbangkan kesiapan petani setempat.

Ketentuan lebih lanjut mengenai pelaksanaan pengembangan lahan pertanian beririgasi diatur dengan peraturan menteri yang membidangi pertanian setelah berkoordinasi dengan Menteri.

f. Pengelolaan Jaringan Irigasi

Operasi dan Pemeliharaan Jaringan Irigasi

Operasi dan pemeliharaan jaringan irigasi dilaksanakan sesuai dengan norma, standar, pedoman, dan manual yang ditetapkan oleh Menteri. Operasi dan pemeliharaan jaringan irigasi primer dan sekunder menjadi wewenang dan tanggung jawab Pemerintah, pemerintah provinsi, atau pemerintah kabupaten/kota sesuai dengan kewenangannya. Perkumpulan petani pemakai air dapat berperan serta dalam operasi dan pemeliharaan jaringan irigasi primer dan sekunder sesuai dengan kebutuhan dan kemampuannya. Perkumpulan petani pemakai air dapat melakukan pengawasan atas pelaksanaan operasi dan pemeliharaan jaringan irigasi primer dan sekunder.

Operasi dan pemeliharaan jaringan irigasi primer dan sekunder dilaksanakan atas dasar rencana tahunan operasi dan pemeliharaan yang disepakati bersama secara tertulis antara Pemerintah, perkumpulan petani pemakai air, dan pengguna jaringan irigasi di setiap daerah irigasi. Operasi dan pemeliharaan jaringan irigasi tersier menjadi hak dan tanggung jawab perkumpulan petani pemakai air. Operasi dan pemeliharaan jaringan irigasi milik badan usaha, badan sosial, atau perseorangan menjadi tanggung jawab pihak yang bersangkutan. Dalam hal perkumpulan petani pemakai air tidak mampu melaksanakan operasi dan pemeliharaan jaringan irigasi yang menjadi hak dan tanggung jawabnya, Pemerintah, pemerintah provinsi, atau pemerintah kabupaten/kota dapat memberikan bantuan dan/atau dukungan fasilitas berdasarkan permintaan dari perkumpulan petani pemakai air dengan memperhatikan prinsip kemandirian. Pemerintah, pemerintah provinsi, atau pemerintah kabupaten/kota sesuai dengan kewenangannya menetapkan waktu pengeringan dan bagian

jaringan irigasi yang harus dikeringkan setelah berkonsultasi dengan perkumpulan petani pemakai air.

Pengeringan dilaksanakan untuk keperluan pemeriksaan atau pemeliharaan jaringan irigasi. Dalam rangka operasi dan pemeliharaan jaringan irigasi dilakukan pengamanan jaringan irigasi yang bertujuan untuk mencegah kerusakan jaringan irigasi. Pengamanan jaringan irigasi dilakukan oleh instansi pemerintah, perkumpulan petani pemakai air, dan pihak lain sesuai dengan tanggung jawab masing-masing.

Dalam rangka pengamanan jaringan irigasi diperlukan penetapan garis sempadan pada jaringan irigasi. Pemerintah, pemerintah provinsi, dan pemerintah kabupaten/kota menetapkan garis sempadan pada jaringan irigasi yang menjadi kewenangannya. Untuk mencegah hilangnya air irigasi dan rusaknya jaringan irigasi, Pemerintah, pemerintah provinsi, dan pemerintah kabupaten/kota sesuai dengan kewenangannya menetapkan larangan membuat galian pada jarak tertentu di luar garis sempadan.

Untuk keperluan pengamanan jaringan irigasi, dilarang mengubah dan/atau membongkar bangunan irigasi serta bangunan lain yang ada, mendirikan bangunan lain di dalam, di atas, atau yang melintasi saluran irigasi, kecuali atas izin Pemerintah, pemerintah provinsi, atau pemerintah kabupaten/kota sesuai dengan kewenangannya.

Pedoman mengenai operasi dan pemeliharaan jaringan irigasi, penetapan garis sempadan jaringan irigasi, dan pengamanan jaringan irigasi diatur dengan peraturan Menteri.

Rehabilitasi Jaringan Irigasi

Aturan-aturan tentang rehabilitasi jaringan irigasi adalah sebagai berikut:

1) Rehabilitasi jaringan irigasi dilaksanakan berdasarkan urutan prioritas kebutuhan perbaikan irigasi yang ditetapkan Pemerintah, pemerintah provinsi, dan pemerintah kabupaten/kota sesuai dengan kewenangannya setelah memperhatikan pertimbangan komisi irigasi, dan sesuai dengan dengan norma, standar, pedoman, dan manual yang ditetapkan oleh Menteri.
2) Rehabilitasi jaringan irigasi harus mendapat izin dan persetujuan desain dari Pemerintah, pemerintah provinsi, atau pemerintah kabupaten/kota sesuai dengan kewenangannya.
3) Pengawasan rehabilitasi jaringan irigasi dilaksanakan oleh Pemerintah, pemerintah provinsi, atau pemerintah kabupaten/kota sesuai dengan kewenangannya.
4) Pemerintah, pemerintah provinsi, atau pemerintah kabupaten/kota sesuai dengan kewenangannya bertanggung jawab dalam rehabilitasi jaringan irigasi primer dan sekunder.
5) Perkumpulan petani pemakai air dapat berperan serta dalam rehabilitasi jaringan irigasi primer dan sekunder sesuai dengan kebutuhan dan kemampuannya berdasarkan persetujuan dari Pemerintah, pemerintah provinsi, atau pemerintah kabupaten/kota sesuai dengan kewenangannya dalam pengelolaan sumber daya air.
6) Rehabilitasi jaringan irigasi tersier menjadi hak dan tanggung jawab perkumpulan petani pemakai air.
7) Dalam hal perkumpulan petani pemakai air tidak mampu melaksanakan rehabilitasi jaringan irigasi tersier yang menjadi hak dan tanggung jawabnya, Pemerintah, pemerintah provinsi, atau pemerintah kabupaten/kota dapat membantu rehabilitasi jaringan irigasi tersier berdasarkan permintaan dari perkumpulan petani pemakai air dengan memperhatikan prinsip kemandirian.

8) Badan usaha, badan sosial, perseorangan, atau perkumpulan petani pemakai air bertanggung jawab dalam rehabilitasi jaringan irigasi yang dibangunnya.
9) Rehabilitasi jaringan irigasi yang mengakibatkan pengubahan dan/atau pembongkaran jaringan irigasi primer dan sekunder harus mendapatkan izin dari Menteri, gubernur, atau bupati/walikota sesuai dengan kewenangannya.
10) Pengubahan dan/atau pembongkaran jaringan irigasi tersier harus mendapat persetujuan dari perkumpulan petani pemakai air.
11) Waktu pengeringan yang diperlukan untuk kegiatan rehabilitasi dan peningkatan jaringan irigasi harus dijadwalkan dalam rencana tata tanam.
12) Waktu pengeringan yang diperlukan untuk kegiatan rehabilitasi yang direncanakan, rehabilitasi akibat keadaan darurat, atau peningkatan jaringan irigasi dapat dilakukan paling lama 6 (enam) bulan.
13) Pengeringan yang memerlukan waktu lebih lama dari ketentuan ditetapkan oleh Menteri, gubernur, atau bupati/walikota sesuai dengan kewenangannya.

g. Pengelolaan Aset Irigasi

Aturan-aturan pengelolaan asset irigasi adalah sebagai berikut:

1) Pengelolaan aset irigasi mencakup inventarisasi, perencanaan pengelolaan, pelaksanaan pengelolaan, dan evaluasi pelaksanaan pengelolaan aset irigasi, serta pemutakhiran hasil inventarisasi aset irigasi.
2) Aset irigasi terdiri dari jaringan irigasi dan pendukung pengelolaan irigasi.

3) Inventarisasi jaringan irigasi bertujuan untuk mendapatkan data jumlah, dimensi, jenis, kondisi, dan fungsi seluruh aset irigasi serta data ketersediaan air, nilai aset, dan areal pelayanan pada setiap daerah irigasi dalam rangka keberlanjutan sistem irigasi.
4) Inventarisasi pendukung pengelolaan irigasi bertujuan untuk mendapatkan data jumlah, spesifikasi, kondisi, dan fungsi pendukung pengelolaan irigasi.
5) Pemerintah, pemerintah provinsi, pemerintah kabupaten/kota, atau pemerintah desa melaksanakan inventarisasi aset irigasi sesuai dengan kewenangannya dalam pengelolaan sistem irigasi.
6) Pemerintah kabupaten/kota melakukan kompilasi atas hasil inventarisasi aset irigasi yang dilakukan oleh pemerintah desa dan yang dilakukan oleh pemerintah kabupaten/kota.
7) Pemerintah provinsi melakukan kompilasi atas hasil inventarisasi aset irigasi yang dilakukan oleh pemerintah kabupaten/kota dan yang dilakukan oleh pemerintah provinsi.
8) Pemerintah melakukan kompilasi atas hasil inventarisasi aset irigasi dan hasil inventarisasi aset irigasi yang dilakukan oleh Pemerintah.
9) Badan usaha, badan sosial, perseorangan, perkumpulan petani pemakai air, dan pemerintah desa melakukan inventarisasi aset irigasi yang menjadi tanggung jawabnya secara berkelanjutan untuk membantu Pemerintah, pemerintah provinsi, atau pemerintah kabupaten/kota melakukan kompilasi atas hasil inventarisasi.
10) Pemerintah melakukan kompilasi atas hasil inventarisasi sebagai dokumen inventarisasi aset irigasi nasional.
11) Inventarisasi jaringan irigasi dilaksanakan setahun sekali pada setiap daerah irigasi.
12) Inventarisasi pendukung pengelolaan irigasi dilaksanakan 5 (lima) tahun sekali pada setiap daerah irigasi.

13) Pemerintah mengembangkan sistem informasi irigasi yang didasarkan atas dokumen inventarisasi aset irigasi.
14) Sistem informasi irigasi merupakan subsistem informasi sumber daya air.

Perencanaan Pengelolaan Aset Irigasi

1) Perencanaan pengelolaan aset irigasi meliputi kegiatananalisis data hasil inventarisasi aset irigasi dan perumusan rencana tindak lanjut untuk mengoptimalkan pemanfaatan aset irigasi dalam setiap daerah irigasi.
2) Pemerintah, pemerintah provinsi, atau pemerintah kabupaten/kota sesuai dengan kewenangannya menyusun dan menetapkan rencana pengelolaan aset irigasi 5 (lima) tahun sekali.
3) Penyusunan rencana pengelolaan aset irigasi dilakukan secara terpadu, transparan, dan akuntabel dengan melibatkan semua pemakai air irigasi dan pengguna jaringan irigasi.
4) Badan usaha, badan sosial, perseorangan, atau perkumpulan petani pemakai air menyusun rencana pengelolaan aset irigasi yang menjadi tanggung jawabnya secara berkelanjutan.

Pelaksanaan Pengelolaan Aset Irigasi

1) Instansi pusat yang membidangi irigasi, dinas provinsi, atau dinas kabupaten/kota sesuai dengan tanggung jawabnya melaksanakan pengelolaan aset irigasi secara berkelanjutan berdasarkan rencana pengelolaan aset irigasi yang telah ditetapkan.
2) Badan usaha, badan sosial, perseorangan, atau perkumpulan petani pemakai air melaksanakan pengelolaan aset irigasi yang menjadi tanggung jawabnya secara berkelanjutan.

3) Jaringan irigasi yang telah diserahkan sementara aset dan/atau pengelolaannya kepada perkumpulan petani pemakai air diatur lebih lanjut dengan peraturan Menteri.

Evaluasi Pelaksanaan Pengelolaan Aset Irigasi

1) Menteri, gubernur, atau bupati/walikota sesuai dengan kewenangannya melakukan evaluasi pelaksanaan pengelolaan aset irigasi setiap tahun.
2) Badan usaha, badan sosial, perseorangan, atau perkumpulan petani pemakai air membantu Menteri, gubernur, atau bupati/walikota dalam melakukan evaluasi pelaksanaan pengelolaan aset irigasi yang menjadi tanggung jawabnya secara berkelanjutan.
3) Evaluasi pelaksanaan pengelolaan aset irigasi dilakukan untuk mengkaji ulang kesesuaian antara rencana dan pelaksanaan pengelolaan aset irigasi.

Pemutakhiran Hasil Inventarisasi Aset Irigasi

1) Pemutakhiran hasil inventarisasi aset irigasi dilaksanakan oleh Pemerintah, pemerintah provinsi, atau pemerintah kabupaten/kota sesuai dengan kewenangannya.
2) Pedoman mengenai pengelolaan aset irigasi ditetapkan dengan peraturan Menteri.

h. Pembiayaan

Pembiayaan Pengembangan Jaringan Irigasi

Pembiayaan pengembangan jaringan irigasi primer dan sekunder menjadi tanggung jawab Pemerintah, pemerintah provinsi, atau pemerintah

kabupaten/ kota sesuai dengan kewenangannya. Pembiayaan pengembangan jaringan irigasi tersier menjadi tanggung jawab perkumpulan petani pemakai air.

Pembiayaan pengembangan bangunan-sadap, saluran sepanjang 50 meter dari bangunan-sadap, boks tersier, dan bangunan pelengkap tersier lainnya menjadi tanggung jawab Pemerintah, pemerintah provinsi, atau pemerintah kabupaten/kota sesuai dengan kewenangannya.

Dalam hal perkumpulan petani pemakai air tidak mampu membiayai pengem-bangan jaringan irigasi tersier yang menjadi tanggung jawabnya, Pemerintah, pemerintah provinsi, atau pemerintah kabupaten/kota sesuai dengan kewenangannya dapat membantu pembiayaan pengembangan jaringan irigasi tersier, berdasarkan permintaan dari perkumpulan petani pemakai air dengan memperhatikan prinsip kemandirian.

Pembiayaan pengembangan jaringan irigasi yang diselenggarakan oleh badan usaha, badan sosial, atau perseorangan ditanggung oleh masing-masing.

Dalam hal terdapat kepentingan mendesak oleh daerah untuk pengembangan jaringan irigasi pada daerah irigasi lintas provinsi atau strategis nasional, tetapi belum menjadi prioritas nasional, Pemerintah, pemerintah provinsi, dan/atau pemerintah kabupaten/kota dapat saling bekerja sama dalam pembiayaan.

Dalam hal terdapat kepentingan mendesak oleh pemerintah kabupaten/kota untuk pengembangan jaringan irigasi pada daerah irigasi lintas kabupaten/kota tetapi belum menjadi prioritas provinsi, pemerintah kabupaten/kota dan pemerintah provinsi dapat saling bekerja sama dalam pembiayaan.

Pembiayaan Pengelolaan Jaringan Irigasi

Pembiayaan pengelolaan jaringan irigasi primer dan sekunder menjadi tanggung jawab Pemerintah, pemerintah provinsi, atau pemerintah kabupaten/kota sesuai dengan kewenangannya. Pembiayaan pengelolaan jaringan irigasi primer dan sekunder didasarkan atas angka kebutuhan nyata pengelolaan irigasi pada setiap daerah irigasi.

Perhitungan angka kebutuhan nyata pengelolaan irigasi pada setiap daerah irigasi dilakukan Pemerintah, pemerintah provinsi, atau pemerintah kabupaten/kota sesuai dengan kewenangannya bersama dengan perkumpulan petani pemakai air berdasarkan penelusuran jaringan dengan memperhatikan kontribusi perkumpulan petani pemakai air. Prioritas penggunaan biaya pengelolaan jaringan irigasi pada setiap daerah irigasi disepakati Pemerintah, pemerintah provinsi, atau pemerintah kabupaten/ kota sesuai dengan kewenangannya bersama dengan perkumpulan petani pemakai air.

Pembiayaan pengelolaan jaringan irigasi primer dan sekunder merupakan dana pengelolaan irigasi yang pengelolaannya menjadi tanggung jawab Pemerintah, pemerintah provinsi, atau pemerintah kabupaten/kota sesuai dengan kewenangannya. Penggunaan dana pengelolaan irigasi dilakukan sesuai dengan peraturan perundang-undangan. Ketentuan lebih lanjut mengenai dana pengelolaan irigasi yang pengelolaannya menjadi tanggung jawab pemerintah provinsi dan pemerintah kabupaten/kota diatur dengan peraturan daerah.

Dalam hal terdapat kepentingan mendesak oleh daerah untuk rehabilitasi jaringan irigasi pada daerah irigasi lintas provinsi atau daerah irigasi strategis nasional tetapi belum menjadi prioritas nasional, Pemerintah, pemerintah provinsi, dan/atau pemerintah kabupaten/kota dapat saling bekerja sama dalam pembiayaan. Dalam hal terdapat kepentingan

mendesak oleh pemerintah kabupaten/kota untuk rehabilitasi jaringan irigasi pada daerah irigasi lintas kabupaten/kota, tetapi belum menjadi prioritas provinsi, pemerintah kabupaten/kota dan pemerintah provinsi dapat saling bekerja sama dalam pembiayaan.

Pembiayaan pengelolaan jaringan irigasi tersier menjadi tanggung jawab perkumpulan petani pemakai air di wilayah kerjanya. Dalam hal perkumpulan petani pemakai air tidak mampu membiayai pengelolaan jaringan irigasi tersier yang menjadi tanggung jawabnya, Pemerintah, pemerintah provinsi, atau pemerintah kabupaten/kota sesuai dengan kewenangannya dapat membantu pembiayaan pengelolaan jaringan irigasi tersebut, berdasarkan permintaan dari perkumpulan petani pemakai air dengan memperhatikan prinsip kemandirian.

1) Pembiayaan pengelolaan jaringan irigasi yang dibangun oleh badan usaha, badan sosial, atau perseorangan ditanggung oleh masing-masing.
2) Pengguna jaringan irigasi wajib ikut serta dalam pembiayaan pengelolaan jaringan irigasi yang dibangun oleh Pemerintah, pemerintah provinsi, atau pemerintah kabupaten/kota sesuai dengan kewenangannya.
3) Pembiayaan operasional komisi irigasi kabupaten/kota dan forum koordinasi daerah irigasi menjadi tanggung jawab kabupaten/kota sesuai dengan kewenangannya.
4) Pembiayaan operasional komisi irigasi provinsi dan komisi irigasi antarprovinsi menjadi tanggung jawab pemerintah provinsi masing-masing.

Keterpaduan Pembiayaan Pengelolaan Jaringan Irigasi

Komisi irigasi provinsi mengoordinasikan dan memadukan perencanaan pembiayaan pengelolaan jaringan irigasi yang menjadi tanggung jawab Pemerintah, pemerintah provinsi, atau pemerintah kabupaten/kota yang berada dalam satu provinsi.

Komisi irigasi antarprovinsi mengoordinasikan dan memadukan perencanaan pembiayaan pengelolaan jaringan irigasi lintas provinsi.

Koordinasi dan keterpaduan perencanaan pembiayaan mengacu pada usulan prioritas alokasi pembiayaan pengelolaan jaringan irigasi yang disampaikan oleh komisi irigasi kabupaten/kota.

Koordinasi dan keterpaduan perencanaan pembiayaan mengacu pada usulan prioritas alokasi pembiayaan pengelolaan jaringan irigasi yang disampaikan oleh komisi irigasi provinsi.

Mekanisme Pembiayaan Pengembangan dan Pengelolaan Jaringan Irigasi

Ketentuan mengenai mekanisme pembiayaan pengembangan dan pengelolaan jaringan irigasi ditetapkan dengan peraturan menteri yang bertanggung jawab di bidang keuangan berdasarkan usulan dari Menteri.

i. Alih Fungsi Lahan Beririgasi

Untuk menjamin kelestarian fungsi dan manfaat jaringan irigasi, Menteri, gubernur, atau bupati/walikota sesuai dengan kewenangannya mengupayakan ketersediaan lahan beririgasi dan/atau mengendalikan alih fungsi lahan beririgasi di daerahnya.

Instansi yang berwenang dan bertanggung jawab di bidang irigasi berperan mengendalikan terjadinya alih fungsi lahan beririgasi untuk keperluan nonpertanian.

Pemerintah, pemerintah provinsi, atau pemerintah kabupaten/kota sesuai dengan kewenangannya secara terpadu menetapkan wilayah potensial irigasi dalam rencana tata ruang wilayah untuk mendukung ketahanan pangan nasional.

Alih fungsi lahan beririgasi tidak dapat dilakukan kecuali terdapat: (a) perubahan rencana tata ruang wilayah; (b) bencana alam yang mengakibatkan hilangnya fungsi lahan dan jaringan irigasi.

Pemerintah, pemerintah provinsi, dan/atau pemerintah kabupaten/kota sesuai dengan kewenangannya mengupayakan penggantian lahan beririgasi beserta jaringannya yang diakibatkan oleh perubahan rencana tata ruang wilayah.

Pemerintah, pemerintah provinsi, atau pemerintah kabupaten/kota sesuai dengan kewenangannya bertanggung jawab melakukan penataan ulang sistem irigasi dalam hal, (a) sebagian jaringan irigasi beralih fungsi;(b) sebagian lahan beririgasi beralih fungsi.

Badan usaha, badan sosial, atau instansi yang melakukan kegiatan yang dapat mengakibatkan alih fungsi lahan beririgasi yang melanggar rencana tata ruang wilayah wajib mengganti lahan beririgasi beserta jaringannya.

Koordinasi Pengelolaan Sistem Irigasi

Koordinasi pengelolaan sistem irigasi dilakukan melalui dan antarkomisi irigasi kabupaten/kota, komisi irigasi provinsi, komisi irigasi antarprovinsi, dan/atau forum koordinasi daerah irigasi.

Dalam melaksanakan koordinasi pengelolaan sistem irigasi, komisi irigasi dapat mengundang pihak lain yang berkepentingan guna menghadiri sidang-sidang komisi untuk memperoleh informasi yang diperlukan.

Hubungan kerja antarkomisi irigasi dan hubungan kerja antara komisi irigasi dan dewan sumber daya air bersifat konsultatif dan koordinatif.

Koordinasi pengelolaan sistem irigasi pada daerah irigasi yang menjadi kewenangan kabupaten/kota dan daerah irigasi yang sudah ditugaskan oleh Pemerintah dan/atau pemerintah provinsi kepada kabupaten/kota dilaksanakan melalui komisi irigasi kabupaten/kota.

Koordinasi pengelolaan sistem irigasi pada daerah irigasi yang menjadi kewenangan provinsi, daerah irigasi strategis nasional, dan daerah irigasi, baik yang sudah ditugaskan maupun yang belum ditugaskan oleh Pemerintah kepada provinsi dilaksanakan melalui komisi irigasi provinsi.

Komisi irigasi provinsi melakukan koordinasi pengelolaan sistem irigasi dengan seluruh komisi irigasi kabupaten/kota dan komisi irigasi antarprovinsi.

Koordinasi pengelolaan sistem irigasi pada daerah irigasi lintas provinsi dan daerah irigasi, baik yang sudah ditugaskan maupun yang belum ditugaskan oleh Pemerintah kepada provinsi masing-masing dapat dilaksanakan melalui komisi irigasi antarprovinsi.

Koordinasi pengelolaan sistem irigasi yang jaringannya berfungsi multiguna pada satu daerah irigasi dapat dilaksanakan melalui forum koordinasi daerah irigasi.

Pengawasan

Dalam pengembangan dan pengelolaan sistem irigasi pada setiap daerah irigasi dilaksanakan pengawasan yang dilakukan oleh Pemerintah, pemerintah provinsi, atau pemerintah kabupaten/kota sesuai dengan kewenangannya dengan melibatkan peran masyarakat.

Pengawasan meliputi kegiatan, (a) pemantauan dan evaluasi agar sesuai dengan norma, standar, pedoman, dan manual, (b) pelaporan, (c) pemberian rekomen-dasi, dan (d) penertiban.

Peran masyarakat dalam pengawasan dilakukan dengan menyampaikan laporan dan/atau pengaduan kepada pihak yang berwenang.

Perkumpulan petani pemakai air, badan usaha, badan sosial, dan perseorangan menyampaikan laporan mengenai informasi pengembangan dan pengelolaan system irigasi yang menjadi tanggung jawabnya kepada Pemerintah, pemerintah provinsi, atau pemerintah kabupaten/kota.

Dalam rangka pengawasan, Pemerintah, pemerintah provinsi, atau pemerintah kabupaten/kota sesuai dengan kewenangannya menyediakan informasi pengem-bangan dan pengelolaan sistem irigasi secara terbuka untuk umum.

Ketentuan lebih lanjut mengenai pedoman pengawasan pengembangan dan pengelolaan sistem irigasi diatur dengan peraturan Menteri. Ketentuan lebih lanjut mengenai pengawasan pengembangan dan pengelolaan sistem irigasi yang dilakukan oleh pemerintah kabupaten/kota dan pemerintah provinsi diatur dengan peraturan daerah.

j. Kebijakan Irigasi

Undang-undang (UU) no 7/2004 tentang Sumberdaya Air dan Peraturan Pemerintah (PP) no 20/2006 tentang Irigasi merupakan suatu kebijakan baru sekaligus perubahan aturan pelaksanaan kegiatan operasi dan pemeliharaan (O&P) irigasi. Persoalannya adalah, bila kebijakan dan pelaksanaan O&P berubah maka butuh waktu untuk mencapai kesetimbangan sistem agar tidak muncul dampak negatif dalam pelaksanaannya.

Untuk dapat menyusun suatu konsep kebijakan tentang pengelolaan sumberdaya air dan implementasinya diperlukan suatu pemahaman bahwa sistem irigasi merupakan sumberdaya yang bersifat common pool resources, polisentris dan kental dengan aspek sosiokultural masyarakat .

Sistem irigasi sebagai sistem *common pool resources*

Dilihat dari karakteristik sumberdayanya maka sumber air dan segala aspek pemanfaatannya bersifat sumberdaya milik bersama (*common pool resource*) dan polisentris.

Sifat tersebut sulit membatasi orang untuk memanfaatkannya, biaya pembatasnya (exclusion cost) menjadi tinggi, pengambilan suatu unit sumberdaya akan mengurangi kesediaan bagi pihak lain untuk memanfaatkannya (substractibility atau rivalry).

Akibatnya setiap individu berupaya menjadi penumpang bebas (free rider), memanfaatkan sumberdaya tanpa bersedia berkontribusi terhadap penyediaannya atau pelestariannya dan rentan terhadap masalah eksploitasi berlebih atau kerusakan sumberdaya. Hal ini dikenal sebagai tragedy of the commons (Harding, 1968). Tragedi ini bisa terjadi jika tidak ada pembatasan, aturan, pemanfaatan sumberdaya sehingga

bersifat akses terbuka (open access). Alokasi sumberdaya milik bersama dilakukan dengan mengatur, (1) akses terhadap sumberdaya, (2) aturan pemanfaatannya melalui privatisasi (private property rights) atau kepemilikan negara (state property rights).

Kebijakan ini tidak selalu berhasil dilakukan pada sumberdaya milik negara, karena pengelola tidak dapat mengatasi:

- biaya transaksi yang tinggi dalam penegakan aturan atau penjagaan sumberdaya, seperti biaya pengawasan, personil, dsb, sehingga penumpang bebas (free rider) tidak dapat dikontrol;
- tindakan oportunis berupa perburuan rente oleh aparat pengawas lapangan. Oleh sebab itu sistem irigasi yang bersifat sumberdaya public dan sekaligus polisentrisitas akan dapat menyelesaikan masalahnya dengan berdialog untuk berkomitmen dan membangun.

Sistem Irigasi Sebagai Sistem Sosio-Kultural Masyarakat

Sistem irigasi sebagai suatu sistem sosio-kultural masyarakat saling bergantung secara erat dalam suatu keadaan ketersediaan air yang dinamis baik secara spasial maupun temporal. Sebagai sistem sosio-kultural masyarakat, menyatakan bahwa keberhasilan manajemen sistem irigasi tergantung pada:

- azas legal dan tujuan manajemen yang jelas
- modal (aset) dasar yang kuat; dan
- sistem manajemen yang handal untuk dapat mewujudkan tujuan manajemen yang telah disusun lengkap dengan kriteria keberhasilannya.

Keberadaan dan keberhasilan manajemen sistem irigasi saat ini masih didominasi dan dipengaruhi oleh kebijakan pemerintah sebagai regulator dan pengelolaan di level Daerah Irigasi. Sebagai contoh, semua kebijakan

harus mengacu kepada UU no 7/2004 dan PP no 20/2006 dengan pokok-pokok isi:

- azas good governance sebagai bingkai azas pembangunan keberlanjutan, kerakyatan dan manajemen provisi
- azas partisipatif

Pengembalian kewenangan pemerintah pusat/daerah sebagai pengelola irigasi jaringan utama sama dengan PP 23/1982. Beberapa perubahannya adalah:

- tujuan irigasi bukan untuk swa sembada pangan (beras), tetapi juga untuk pencapaian ketahanan pangan dan peningkatan kesejahteraan petani. Perubahan dimulai sejak PKPI (1999) dan didukung oleh UU no 12/1992 tentang budidaya tanam;
- dasar manajemen irigasi berubah dari produksi menjadi provisi (manajemen pelayanan), pemanfaatannya melalui penetapan dan kesepakatan bersama.

Ketersediaan air irigasi

Ketersediaan air irigasi yang kontinyu sepanjang tahun merupakan suatu modal dasar yang sangat esensial. Informasi tentang keberadaan dan ketersediaan air irigasi berbasis waktu merupakan sesuatu yang mutlak untuk dipunyai pengelola sebagai sarana pengambilan keputusan yang jitu untuk melayani para pengguna dan pemanfaatnya. Informasi yang handal diperoleh dari:

- prasarana, berupa alat ukur yang selalu terkalibrasi;
- tatacara pengumpulan informasi yang benar,
- profesionalisme dan kompetensi tenaga kerja analis data,

- sistem penyimpanan beserta analisis data yang tersistem, handal, akurat, mudah dan murah .

Ketersediaan air irigasi juga dipengaruhi oleh hak guna atas air di aras Daerah Aliran Sungai (DAS), sedangkan secara spasial di dalam suatu daerah irigasi sebaran ketersediaan air juga sangat dipengaruhi pula oleh hak guna air irigasi di antara pemakainya.

Teknologi untuk pelaksanaan manajemen irigasi

Teknologi untuk manajemen irigasi berupa penggunaan alat, mesin serta pengetahuan untuk mendapatkan cara irigasi secara efisien. Bentuk teknologi dalam pengelolaan irigasi adalah:

- sistem prasarana irigasi;
- prosedur dan sistem informasi O&P irigasi.

Teknologi pengelolaan irigasi beragam dari satu daerah irigasi ke daerah irigasi lain karena aspek sosio-teknis yang terkandung dalam sistem irigasi. Oleh sebab itu perlu dikembangkan suatu teknologi sepadan yang paling sesuai untuk masing-masing daerah irigasi melalui tindakan perencanaan, perancangan dan pembangunan yang berurutan, kesamaan asumsi diantara stakeholders agar dapat melakukan tindakan manajemen irigasi secara sepadan.

Sumberdaya manusia dan Institusi irigasi

Kompetensi SDM dalam hal tepat jumlah dan sasaran merupakan syarat tercapainya pengelolaan irigasi secara handal dan sepadan. Institusi irigasi, bentuk rule in-use dan organisasi pelaksana yang terstruktur, merupakan kelengkapan pengelolaan irigasi yang sepadan. Institusi pengelola irigasi adalah pemerintah dan petani serta perlu dibentuk komisi irigasi

kabupaten dan provinsi. Untuk daerah irigasi multiguna dapat membentuk forum komunikasi antar pengguna di aras daerah irigasi

Dukungan Finansial

Dukungan finansial merupakan komponen penting dalam sistem manajemen. UU no 7/2004 dan PP no 20/2006 menyebutkan bahwa kewenangan pengelolaan irigasi juga melekat sistem pembiayaannya. Masing-masing pihak pengelola sistem irigasi dibebani tanggung jawab pembiayaan, lembaga (bentuk, struktur) dan prosedur pengelolaannya.

Kenyataannya di lapangan pelaksanaan konsep di dua daerah irigasi Sleman dan Bondoyudo (Jatim) untuk sementara dapat diperoleh suatu pembelajaran :

- adanya keragaman permasalahan dan pelaksanaan O&P irigasi yang dipengaruhi oleh pasar, klimat, keragaman budaya dan dinamika masyarakat;
- adanya pemahaman bersama terhadap permasalahan yang timbul beserta cara penyelesaian masalah dapat dilakukan melalui dialog; dan
- dibutuhkan suatu upaya yang terus menerus agar kesepahaman yang membuahkan komitmen dan konsensus untuk melaksanakan O&P secara sepadan.

3. Tugas

Peranan Irigasi dalam Bidang Pertanian

Tugas bisa dilakukan secara individual maupun kelompok. Pahami materi pada Kegiatan Belajar 1 tentang Peranan Irigasi dalam bidang pertanian. Tanyakan kepada guru, apabila ada hal-hal yang kurang dipahami. Cari informasi dari berbagai sumber informasi tentang Peranan irigasi dalam bidang pertanian.

Amati sitem irigasi yang ada di sekolah dan di sekitar sekolah jika ada. Tentukan komponen-komponen system irigasi beserta fungsinya.

Setelah didapatkan berbagai informasi mengenai Peranan irigasi dalam bidang pertanian, buatlah rangkuman untuk dibuat laporan atau dipresentasikan di depan kelas. Dengan bimbingan guru, informasi yang didapat dapat digunakan untuk melengkapi informasi yang didapat dari buku teks ini.

Lembar Kerja Praktik

Mengenal Sistem Irigasi dan Peranannya dalam Bidang Pertanian

Pendahuluan

Irigasi adalah usaha penyediaan, pengaturan dan pengembangan air irigasi untuk menunjang pertanian yang jenisnya meliputi irigasi permukaan, irigasi rawa, irigasi air bawah tanah, irigasi pompa dan irigasi tambak.

Tujuan

Kegiatan ini bertujuan agar siswa dapat mengenal system irigasi yang dikebangkan di suatu daerah atau wilayah.

Alat dan Bahan

1. Sistem irigasi yang ada di suatu wilayah atau video tentang irigasi
2. Buku catatan

Keselamatan Kerja

1. Gunakan pakaian keselamatan kerja jika Anda melakukan pengamatan di lapangan

2. Perhatikan hal-hal yang dapat membahayakan diri Anda dan hindarkan.

Langkah Kerja

1. Amati system irigasi yang ada.
2. Kenali jenis system irigasi dan komponen-komponennya.
3. Amati prinsip kerjanya.
4. Buat catatan tentang prinsip kerja system irigasi, sumber air yang digunakan, kapasitas dan pembagian airnya.
5. Buat laporan pengamatan Anda untuk dipresentasikan di kelas.

4. Refleksi

Petunjuk

a. Tuliskan nama dan KD yang telah anda selesaikan pada lembar tersendiri
b. Tuliskan jawaban pada pertanyaan pada lembar refleksi!
c. Kumpulkan hasil refleksi pada guru anda

LEMBAR REFLEKSI

a. Bagaimana kesan anda setelah mengikuti pembelajaran ini?

....

....

....

b. Apakah anda telah menguasai seluruh materi pembelajaran ini? Jika ada materi yang belum dikuasai tulis materi apa saja.

....

....

....

LEMBAR REFLEKSI
c. Manfaat apa yang anda peroleh setelah menyelesaikan pelajaran ini? .... d. Apa yang akan anda lakukan setelah menyelesaikan pelajaran ini? .... e. Tuliskan secara ringkas apa yang telah anda pelajari pada kegiatan pembelajaran ini! ....

5. Tes Formatif

Soal

a. Apa yang dimaksud dengan irigasi ?
b. Jelaskan sejarah perkembangan irigasi di Indonesia
c. Jelaskan fungsi, tujuan dan manfaat irigasi dalam bidang pertanian ?
d. Jelaskan klasifikasi sistem irigasi
e. Jelaskan apa saja yang diatur dalam undang-undang irigasi ?

Kunci Jawaban

a. Irigasi adalah usaha penyediaan, pengaturan dan pengembangan air irigasi untuk menunjang pertanian yang jenisnya meliputi irigasi

permukaan, irigasi rawa, irigasi air bawah tanah, irigasi pompa dan irigasi tambak.

b. Sistem irigasi di Indonesia sudah mulai dikenal jaman kerajaan Sriwijaya dan Majapahit. Namun pada saat tersebut belum ada catatan yang dibuat sehingga pekembangan system irigasi belum terdokumentasi dengan baik. Sejarah perkembangan irigasi di Indonesia dapat dibedakan menjadi 5 priode, yaitu (1) masa sebelum penjajahan, (2) masa penjajahan, (3) masa revolusi atau pasca colonial, (4) Masa orde baru, (5) masa pasca orde baru atau reformasi.

c. Fungsi, Tujuan dan manfaat irigasi

Fungsi irigasi adalah menambah (*suplesi*) kekurangan air pada lahan petanian yang diperoleh dari air hujan atau air tanah, karena jumlah air yang diberikan kepada tanaman tidak mencukupi kebutuhan tanaman. Jika penambahan air melalui irigasi tidak dilakukan, maka pertumbuhan tanaman tidak akan optimal, dan tidak akan menghasilkan panen sesuai dengan yang diharapkan. Jika jumlah atau volume curah hujan atau air tanah yang dapat diambil tanaman sudah mencukupi kebutuhannya, maka irigasi tidak diperlukan lagi.

Adapun tujuan irigasi pada suatu daerah adalah upaya untuk penyediaan dan penga-turan air untuk menunjang pertanian, dari sumber air ke daerah yang memer-lukan dan mendistribusikan secara teknis dan sistematis.

Sedangkan manfaat yang diperoleh dari kegiatan irigasi adalah (1) untuk membasahi tanah, yaitu membantu pembasahan tanah pada daerah yang curah hujannya kurang atau tidak menentu, (2) untuk mengatur pembasahan tanah, yang dimaksudkan agar daerah pertanian dapat memperoleh air sepanjang waktu, baik pada musim kemarau mupun pada musim penghujan, (3) untuk meningkatkan kesuburan tanah (4) Untuk kolmatase, yaitu meninggikan tanah yang di dataran rendah seperti

rawa-rawa dengan endapan lumpur yang terbawa oleh air irigasi, (5) untuk penggelontoran air di kota (6) meningkatkan suhu tanah terutama di daerah dingin.

d. Klasifikasi sistem irigasi

Sistem irigasi dapat dikelompokkan menjadi bebrapa jenis antara lain :

- Sistem Irigasi Permukaan (Surface Irrigation System)
- Sistem Irigasi Bawah Permukaan (*Sub Surface Irrigation System*)
- Sistem Irigasi Curah (*sprinkler irrigation*)
- Sistem irigasi tetes (*Drip Irrigation*)

e. Hal-hal yang diatur dalam undang-undang irigasi

- Prinsip Pengelolaan Irigasi
- Kelembagaan Pengelolaan Irigasi
- Pemberdayaan Perkumpulan Petani Pemakai Air (P3A)
- Konsepsi Kelembagaan Pengelolaan Irigasi
- Kebijakan Pengelolaan Irigasi
- Pengelolaan Air Irigasi
- Pembangunan Jaringan Irigasi
- Pengelolaan Jaringan Irigasi
- Inventarisasi Aset Irigasi
- Pembiayaan irigasi
- Alih fungsi lahan beririgasi

C. Penilaian

Pada Kegiatan Belajar Pembelajaran 1 Peranan Sistem Irigasi dalam Bidang Pertanian ini, penilaian terdiri dari penilaian sikap, penilaian pengetahuan, penilaian keterampilan.

1. Penilaian Sikap

Penilaian sikap terdiri dari penilaian sikap spiritual dan sikap sosial (Teliti). Lembaran ini diisi oleh guru/ peserta didik/ teman peserta didik, untuk menilai sikap peserta didik. Berilah tanda cek (√) pada kolom skor sesuai sikap yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria (rubrik) sebagai berikut :

4 = selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan

3 = sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan

2 = kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan

1 = tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Skor akhir menggunakan skala 1 sampai 4

Perhitungan skor akhir menggunakan rumus :

$$\text{Skor Akhir} = \frac{\text{Perolehan Skor}}{\text{Skor tertinggi}} \text{x}\, 4$$

Contoh :

Skor diperoleh 14, skor tertinggi 4 x 5 pernyataan = 20, maka skor akhir :

$$\text{Skor Akhir} = \frac{14}{20} \text{x}\, 4 = 2.8$$

Peserta didik memperoleh nilai :

Sangat Baik : apabila memperoleh skor 3.20 – 4.00 (80 – 100)

Baik : apabila memperoleh skor 2.80 – 3.19 (70 – 79)

Cukup : apabila memperoleh skor 2.40 – 2.79 (60 – 69)

Kurang : apabila memperoleh skor kurang 2.40 (kurang dari 60%)

a. Sikap Spiritual

Nama Peserta Didik : ………………….

Kelas : ………………….

Tanggal Pengamatan : …………………..

Materi Pokok : …………………..

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
1.	Berdoa sebelum dan sesudah melakukan sesuatu				
2.	Memberi salam pada saat awal dan akhir presentasi sesuai agama yang dianut				
3.	Mengucapkan syukur ketika berhasil mengerjakan sesuatu.				
4.	Berserah diri (tawakal) kepada Tuhan setelah berikhtiar atau melakukan usaha				
5.	Memelihara hubungan baik dengan sesama umat ciptaan Tuhan Yang Maha Esa				
Jumlah Skor					

b. Sikap Sosial (Teliti)

Nama Peserta Didik : ………………….

Kelas : ………………….

Tanggal Pengamatan : …………………..

Materi Pokok : …………………..

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
1.	Teliti dalam membaca buku teks				
2.	Teliti dalam mencari bahan informasi				
3.	Teliti dalam membaca bahan informasi				
4.	Teliti pada saat praktek				
5.	Teliti dalam membuat laporan/ presentasi				
Jumlah Skor					

2. Penilaian Pengetahuan

Penilaian pengetahuan terdiri dari : Penilaian Tugas dan Penilaian Tes Tertulis.

a. Penilaian Tugas

Penilaian tugas berupa penilaian laporan dan atau penilaian presentasi hasil tugas. Lembaran ini diisi oleh guru, untuk menilai hasil tugas peserta didik. Berilah tanda cek (√) pada kolom skor sesuai nilai tugas yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria (rubrik) sebagai berikut

No.	**Aspek Yang Dinilai**	**Nilai**			
		1	**2**	**3**	**4**
1.	Pemahaman materi pada buku teks	Tidak dipahami	Kurang dipahami	Hampir dipahami	Dipahami
2.	Hasil Pengumpulan informasi	Tidak sesuai	Kurang sesuai	Hampir sesuai	Sesuai
3.	Penyusunan Laporan	Tidak sesuai	Kurang sesuai	Hampir sesuai	Sesuai
4.	Presentasi	Tidak sesuai	Kurang sesuai	Hampir sesuai	Sesuai

Nama Peserta Didik : …………………..

Kelas : …………………..

Tanggal Pengamatan : …………………...

Materi Pokok : …………………...

No	Aspek Pengamatan	Skor (S)				Nilai
		1	2	3	4	
1.	Pemahaman materi pada buku teks					
2.	Hasil Pengumpulan informasi					
3.	Penyusunan Laporan					
4.	Presentasi					
Jumlah Tertinggi						

Catatan : Apabila tidak menggunakan presentasi, maka Skor Tertinggi adalah = 3 X 4 = 12 , sedang apabila menggunakan presentasi, maka Skor Tertinggi adalah = 4 X 4 = 16.

$$\text{Nilai tes tertulis peserta didik} = \frac{\text{Skor yang diperoleh peserta didik}}{\text{Skor Tertinggi}} \times 100$$

3. Penilaian Keterampilan

Penilaian keterampilan terdiri dari penilaian praktek pada saat melaksanakan lembar lerja.

Lembaran ini diisi oleh guru, untuk menilai keterampilan peserta didik. Berilah tanda cek (√) pada kolom skor sesuai kemampuan yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria (rubrik) sebagai berikut :

4 = dilaksanakan dengan cara yang benar, dan lancar

3 = dilaksanakan dengan cara yang benar, namun tidak lancar

2 = dilaksanakan, namun caranya salah

1 = tidak dilaksanakan

No	Aspek yang dinilai	Skor				Nilai
		1	2	3	4	
1.	Menentukan jenis system irigasi					
2.	Mengenali komponen-komponen system irigasi					
3.	Menjelaskan prinsip kerja					
4.	Catatan sumber air irgasi, kapasitas dan pembagian air					
5.	Laporan dan presentasi					
	Jumlah skor					

$$\text{Nilai tes pratek peserta didik} = \frac{\text{Skor yang diperoleh peserta didik}}{\text{Skor Tertinggi}} \times 100$$

a. Penilaian Tes Tertulis

No.	Soal Tertulis	Kunci Jawaban	Skor
1.	Apa yang dimaksud dengan irigasi ?	Irigasi adalah usaha penyediaan, pengaturan dan pengembangan air irigasi untuk menunjang pertanian yang jenisnya meliputi irigasi permukaan, irigasi rawa, irigasi air bawah tanah, irigasi pompa dan irigasi tambak.	
2.	Jelaskan sejarah perkembangan irigasi di Indonesia !	Sistem irigasi di Indonesia sudah mulai dikenal jaman kerajaan Sriwijaya dan Majapahit. Namun pada saat tersebut belum ada catatan yang dibuat sehingga pekembangan system irigasi belum terdokumentasi dengan baik. Sejarah perkembangan irigasi di Indonesia dapat dibedakan menjadi 5 priode, yaitu (1) masa sebelum penjajahan, (2) masa penjajahan, (3) masa revolusi atau pasca colonial, (4) Masa orde baru, (5) masa pasca orde baru atau reformasi.	
3.	Jelaskan Fungsi, Tujuan dan manfaat irigasi	Fungsi irigasi adalah menam-bah (*suplesi*) kekurangan air pada lahan petanian yang diperoleh dari air hujan atau air tanah, karena jumlah air yang diberikan kepada tanaman tidak mencukupi kebutuhan tanaman. Jika penambahan air melalui irigasi tidak dilakukan, maka pertumbuhan tanaman tidak akan optimal, dan tidak akan menghasilkan panen sesuai dengan yang diharapkan. Jika jumlah atau volume curah hujan atau air tanah yang dapat diambil tanaman sudah	

		mencukupi kebu-tuhannya, maka irigasi tidak diperlukan lagi. Adapun tujuan irigasi pada suatu daerah adalah upaya untuk penyediaan dan pengaturan air untuk me-nunjang pertanian, dari sumber air ke daerah yang memerlukan dan mendistri-busikan secara teknis dan sistematis. Sedangkan manfaat yang diperoleh dari kegiatan iri-gasi adalah (1) untuk membasahi tanah, yaitu membantu pembasahan tanah pada daerah yang curah hujannya kurang atau tidak menentu, (2) untuk mengatur pembasahan tanah, yang dimaksudkan agar daerah pertanian dapat memperoleh air sepanjang waktu, baik pada musim kemarau mupun pada musim penghujan, (3) untuk meningkatkan kesuburan tanah, yaitu dengan mengalirkan air yang dan lumpur yang mengandung unsur hara terlarut yang dibutuhkan tanaman pada daerah pertanian sehingga daerah tersebut tanahnya mendapat tambahan unsur-unsur hara, (4) untuk kolmatase, yaitu meninggi-kan tanah yang di dataran rendah seperti rawa-rawa dengan endapan lumpur yang terbawa oleh air irigasi, (5) untuk penggelontoran air di kota, yaitu dengan menggunakan air irigasi, kotoran/sampah di kota digelontor ke tempat yang telah disediakan dan selanjutnya	

		dibasmi secara alamiah.	
	Jelaskan klasifikasi system irigasi	Sistem irigasi dapat dikelom-pokkan menjadi bebrapa jenis antara lain : • Sistem Irigasi Permukaan (Surface Irrigation System) • Sistem Irigasi Bawah Permukaan (*Sub Surface Irrigation System*) • Sistem Irigasi Curah (*sprinkler irrigation*) • Sistem irigasi tetes (*Drip Irrigation*)	
	Hal-hal yang diatur dalam undang-undang irigasi	Hal-hal yang di atur dalam undang-undang irigasi ada-lah : • Prinsip pengelolaan Irigasi • Kelembagaan Pengelolaan Irigasi • Pemberdayaan Perkumpulan Petani Pemakai Air (P3A) • Konsepsi Kelembagaan Pengelolaan Irigasi • Kebijakan Pengelolaan Irigasi • Pengelolaan Air Irigasi • Pembangunan Jaringan Irigasi • Pengelolaan Jaringan Irigasi • Inventarisasi Aset Irigasi • Pembiayaan irigasi Alih fungsi lahan beririgasi	

Kegiatan Pembelajaran 2. Evapotranspirasi

A. Deskripsi

Kegiatan Pembelajaran 2 tentang Evapotranspirasi Tanaman berisikan 4 materi yang dibahas secara runtun, yaitu (1) Proses Evapotranspirasi, (2) Faktor-faktor yang mempengaruhi evapotranspirasi, (3) Pengelolaan Lingkungan, (4) Penentuan Evapotranspirasi.

B. Kegiatan Belajar

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari kegiatan pembelajaran 3 tentang Evapotranspirasi diharapkan Anda dapat :

(1) Menganalisis Proses evapotranspirasi tanaman
(2) Menganalis Faktor-faktor yang mempengaruhi evapotranspirasi tanaman
(3) Pengelolaan Lingkungan
(4) Penentuan Evapotranspirasi

2. Uraian Materi

Evapotranspirasi

a. Pendahuluan

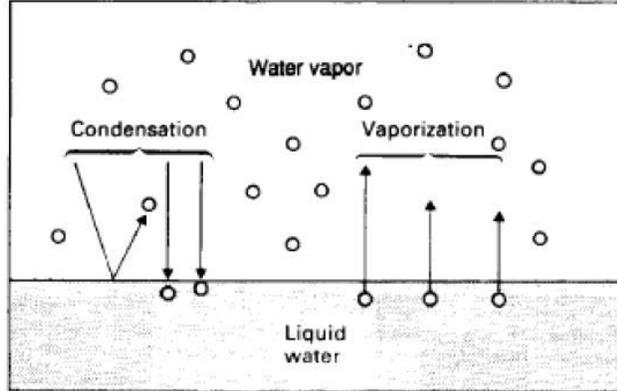
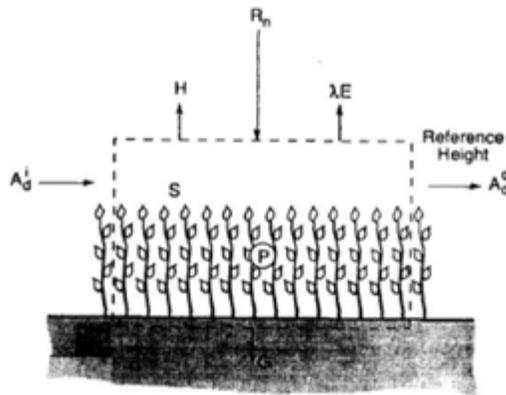
Evapotranspirasi adalah perpaduan dua proses yakni evaporasi dan transpirasi. Evaporasi adalah proses penguapan atau hilangnya air dari tanah dan badan-badan air (abiotik), sedangkan transpirasi adalah proses keluarnya air dari tanaman (boitik) akibat proses respirasi dan fotosistesis. Kombinasi dua proses yang saling terpisah dimana kehilangan air dari

permukaan tanah melalui proses evaporasi dan kehilangan air dari tanaman melalui proses transpirasi disebut sebagai evapotranspirasi (ET).

Proses hilangnya air akibat evapotranspirasi merupakan salah satu komponen penting dalam hidrologi karena proses tersebut dapat mengurangi simpanan air dalam badan-badan air, tanah, dan tanaman. Untuk kepentingan sumber daya air, data ini digunakan untuk menghitung kesetimbangan air dan lebih khusus untuk keperluan penentuan kebutuhan air bagi tanaman dalam periode pertumbuhan atau periode produksi. Oleh karena itu data evapotranspirasi sangat dibutuhkan untuk tujuan irigasi atau pemberian air, perencanaan irigasi atau untuk konservasi air.

Evapotranspirasi ditentukan oleh banyak faktor yakni:

a. Radiasi surya (Rd): Komponen sumber energi dalam memanaskan badan-badan air, tanah dan tanaman. Radiasi potensial sangat ditentukan oleh posisi geografis lokasi,
b. Kecepatan angin (v): Angin merupakan faktor yang menyebabkan terdistribusinya air yang telah diuapkan ke atmosfir, sehingga proses penguapan dapat berlangsung terus sebelum terjadinya keejenuhan kandungan uap di udara,
c. Kelembaban relatif (RH): Parameter iklim ini memegang peranan karena udara memiliki kemampuan untuk menyerap air sesuai kondisinya termasuk temperatur udara dan tekanan udara atmosfir
d. Suhu adalah komponen tak terpisah dari RH dan Radiasi. Suhu ini dapat berupa suhu badan air, tanah, dan tanaman ataupun juga suhu atmosfir.

Proses terjadinya evaporasi dan transpirasi pada dasarnya akibat adanya energi yang disuplai oleh matahari baik yang diterima oleh air, tanah dan tanaman. Gambar 3.1 dan Gambar 3.2 merupakan ilustrasi proses penyerapan energi yang menyebabkan evaporasi dan transpirasi.

Gambar 6. Proses penguapan dari badan air

Gambar 7. Komponen kesetimbangan energi pada tanaman

b. Evaporasi

Evaporasi adalah proses dimana air dalam bentuk cair dirubah menjadi uap air (*vaporization*) dan dipindahkan dari permukaan penguapan. Air dapat menguap dari berbagai permukaan seperti danau, sungai, tanah dan vegetasi hijau.

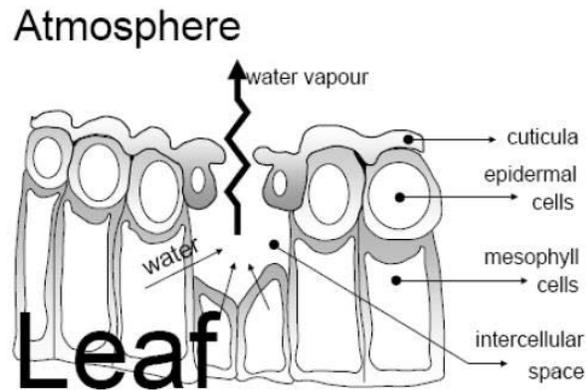
Energi dibutuhkan untuk merubah bentuk molekul air dari fase cair ke fase uap. Radiasi matahari langsung dan faktor lingkungan yang mempengaruhi

suhu udara merupakan sumber energi. Gaya penggerak untuk memindahkan uap air dari permukaan penguapan adalah perbedaan tekanan antara uap air di permukaan penguapan dan tekanan udara atmosfir. Selama berlangsungya proses, udara sekitar menjadi jenuh secara perlahan dan selanjutnya proses akan melambat dan kemungkinan akan berhenti jika udara basah tidak dipindahkan ke atmosfir. Pergantian udara jenuh dengan udara kering sangat tergantung pada kecepatan angin. Oleh karena itu, radiasi matahari, suhu udara, kelembaban udara dan kecepatan angin merupakan parameter iklim yang dipertimbangkan dalam penentuan proses evaporasi.

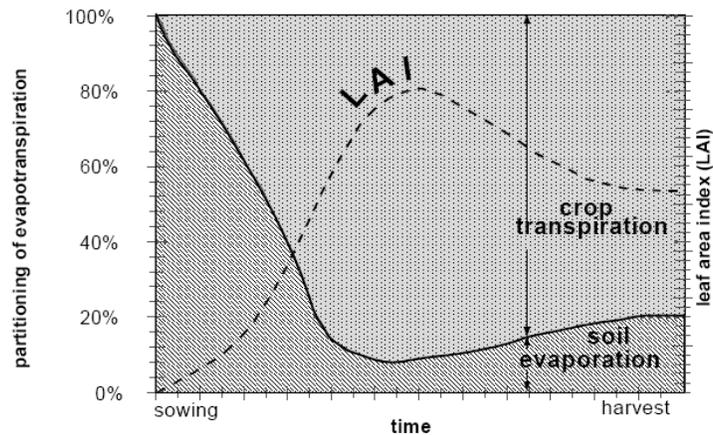
Jika permukaan penguapan adalah permukaan tanah, maka tingkat penutupan tanaman pelindung (crop canopy) dan jumlah air tersedia pada permukaan penguapan juga menjadi faktor yang mempengaruhi proses evaporasi. Kejadian hujan, irigasi dan gerakan vertikal air dalam tanah dari muka air tanah dangkal merupakan sumber pembasahan permukaan tanah. Jika tanah dapat menyuplai air dengan cepat yang memenuhi kebutuhan evaporasi, maka evaporasi dari tanah ditentukan hanya oleh kondisi meteorologi. Akan tetapi, bila interval antara hujan dan irigasi cukup lama dan kemampuan tanah mengalirkan air ke dekat permukaan tanah kecil, maka kandungan air di lapisan tanah bagian atas akan menurun dan menyebabkan permukaan tanah menjadi kering. Pada lingkungan dimana air terbatas, maka jumlah air tersedia menjadi faktor pembatas. Berkurangnya supplai air ke permukaan tanah menyebabkan evaporasi menurun drastis. Proses ini mungkin akan terjadi dalam beberapa hari.

c. Transpirasi

Proses transpirasi meliputi penguapan air dalam bentuk cairan yang terkandung pada jaringan tanaman dan dipindahkan dalam bentuk uap ke

atmosfir. Tanaman umumnya kehilangan air melalui stomata. Stomata merupakan saluran terbuka pada permukaan daun tanaman melalui proses penguapan dan perubahan wujud menjadi gas seperti disajikan pada Gambar 8.

Gambar 8. Skema stomata pada daun tanaman

Air bersama beberapa nutrisi lain diserap oleh akardan ditransportasikan ke seluruh tanaman. Proses penguapan terjadi dalam daun, yang disebut ruang intercellular, dan pertukaran uap ke atmossfir dikontrol oleh celah stomata (stomatal aperture). Hampir semua air yang diserap oleh akar keluar melalui proses transpirasi dan hanya sebahagian kecil saja yang digunakan dalam tanaman.

Transpirasi seperti evaporasi langsung tergantung pada suplai energi, tekan uap air dan angin. Kandungan lengas tanah dan kemampuan tanah melewatkan air ke akar juga menentukan laju transpirasi, termasuk genangan air dan salinitas air tanah. Laju transprasi juga dipengaruhi oleh karakteristik tanaman, aspek lingkungan dan praktek pengolahan dan pengelolaan lahan. Perbedaan jenis tanaman akan memberikan laju transpirasi yang berbeda. Bukan hanya tipe tanaman saja, tetapi juga pertumbuhan tanaman, lingkungan dan manajemen harus dipertimbangkan dalam penentuan transpirasi.

Gambar 9. Fraksi evaporasi dan transpirasi pada proses evapotranspirasi

d. Evapotranspirasi Tanaman

Evapotranspirasi tanaman (ETc) adalah perpaduan dua istilah yakni evaporasi dan transpirasi. Kebutuhan air dapat diketahui berdasarkan kebutuhan air dari suatu tanaman. Apabila kebutuhan air suatu tanaman diketahui, kebutuhan air yang lebih besar dapat dihitung. Evaporasi yaitu penguapan di atas permukaan tanah, sedangkan transpirasi yaitu penguapan melalui permukaan dari air yang semula diserap oleh tanaman. Atau dengan kata lain, evapotranspirasi adalah banyaknya air yang menguap dari lahan dan tanaman dalam suatu petakan karena panas matahari.

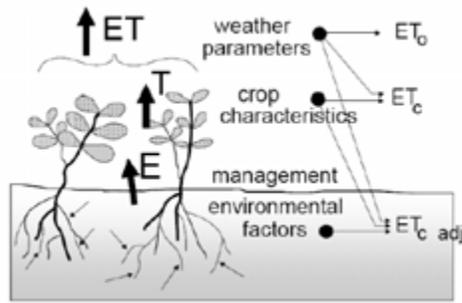
Faktor-faktor yang mempengaruhi evaporasi adalah suhu air, suhu udara (atmosfir), kelembaban, kecepatan angin, tekanan udara, sinar matahari. Pada waktu pengukuran evaporasi, kondisi/keadaan iklim ketika itu harus diperhatikan, mengingat faktor itu sangat dipengaruhi oleh perubahan lingkungan.

Transpirasi pada dasarnya merupakan proses dimana air menguap dari tanaman melalui daun ke atmosfer. Sistem perakaran tanaman mengadopsi air dalam jumlah yang berbeda-beda dan ditransmisikan melalui tumbuhan dan melalui mulut daun.

Ada dua bentuk transpirasi yaitu :

a. Transpirasi stomata, dimana air lepas melalui pori-pori pada stomata daun
b. Transpirasi kutikular, dimana air menguap dari permukaan daun ke atmosfir melalui kutikula.

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses transpirasi adalah suhu, kecepatan angin, kelembaban tanah, sinar matahari, gradien tekanan uap. Juga dipengaruhi oleh faktor karakteristik tanaman dan kerapatan tanaman. Evapotranspirasi (ETc) adalah proses dimana air berpindah dari permukaan bumi ke atmosfer termasuk evaporasi air dari tanah dan transpirasi dari tanaman melalui jaringan tanaman melalui transfer panas laten persatuan area.

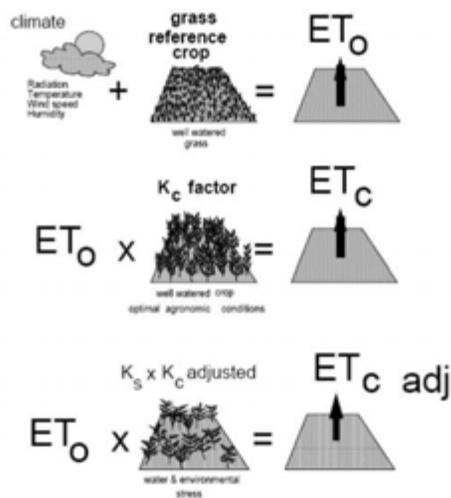
Ada 3 faktor yang mendukung kecepatan evapotranspirasi yaitu (1) faktor iklim mikro, mencakup radiasi netto, suhu, kelembaban dan angin, (2) faktor tanaman, mencakup jenis tanaman, derajat penutupannya, struktur tanaman, stadia perkem-bangan sampai masak, keteraturan dan banyaknya stomata, mekanisme menutup dan membukanya stomata, (3) faktor tanah, mencakup kondisi tanah, aerasi tanah, potensial air tanah dan kecepatan air tanah bergerak ke akar tanaman.

Gambar 10. Skema faktor penentu evapotranspirasi

Doonrenbos dan Pruitt (1977), menjelaskan bahwa untuk menghitung kebutuhan air tanaman berupa evapotranspirasi dipergunakan persamaan:

$$ETc = Kc \times ETo$$

Keterangan:

ETc = evapotranspirasi potensial (mm/hari)
ETo = evapotranspirasi acuan (mm/hari)
Kc = koefisian konsumtif tanaman

Koefisien konsumtif tanaman (Kc) didefinisikan sebagai perbandingan antara besarnya evapotranspirasi potensial dengan evaporasi acuan tanaman pada kondisi pertumbuhan tanaman yang tidak terganggu. Dalam hubungannya dengan partum-buhan dan perhitungan evapotranspirasi acuan tanaman (ETo), maka dimasukkan nilai Kc yang nilainya tergantung pada musim, serta tingkat pertumbuhan tanaman.

Gambar 11. Skema perhitungan evapotranspirasi actual

Nilai koefisien tanaman dibagi atas empat fase pertumbuhan, yaitu : Kc awal (*initial*) Kc_{in}, Kc perkembangan (*development*) Kc_{dev}, Kc pertengahan (middle) Kc_{mid}), dan Kc akhir (*end*) Kc_{end}. Kc_{in} merupakan nilai koefisien tanaman pada fase awal pertumbuhan tanaman selama kurang lebih dua minggu, sedangkan Kc_{dev} adalah nilai koefisien tanaman untuk masa perkembangan (masa antara fase initial dan middle). Kc_{mid} merupakan nilai Kc untuk masa pertumbuhan dan perkembangan termasuk persiapan dalam masa pembuahan. Kc_{end} merupakan Kc untuk pertumbuhan akhir tanaman dimana tanaman tersebut tidak berproduksi lagi.

Tabel 1. Koefisien Tanaman (*Kc*) Padi Menurut Nedeco/Prosida dan FAO

Bulan	Nedeco/Prosida		FAO	
	Varietas biasa	Varietas unggul	Varietas biasa	Varietas unggul
0,5	1,20	1,35	1,10	1,10
1,0	1,20	1,30	1,10	1,10
1,5	1,20	1,24	1,10	1,05
2,0	1,27	0	1,10	1,05
2,5	1,32	1,12	1,10	0,95
3,0	1,33	0	1,05	0
3,5	1,40		0,95	
4,0	1,30		0	

Koefisien tanaman untuk fase menengah pertumbuhan tanaman (Kc_{mid})

$$Kc\ mid = Kc\ mid + [0{,}04(U_2 - 2) - 0{,}004\ (RH_{min} - 45)]\ (h/3)^{0,3}$$

Dimana :

Kc mid	= Koefisien tanaman (Diambil dari tabel)
U_2	= Kecepatan angin sebelum tanam (m/s)
RH_{min}	= Kelembaban relatif sebelum tanam (%)
h	= Tinggi tanaman pada tahap pertengahan (m)

Koefisien tanaman untuk fase akhir pertumbuhan tanaman

$$Kc_{end} = Kc_{end} + [0.04(U_2 - 2) - 0{,}004\ (RH_{min} - 45)]\ (h/3)^{0,3}$$

Dimana:

Kc end	= Koefisien tanaman (Diambil dari tabel)
U_2	= Kecepatan angin sebelum tanam (m/s)
Rh_{min}	= Kelembaban udara minimal (%)
h	= Tinggi tanaman pada tahap akhir (m)

e. Evapotranspirasi Acuan (ETo)

Evapotranspirasi acuan (ETo) adalah nilai evapotranspirasi tanaman rumput-rumputan yang terhampar menutupi tanah dengan ketinggian 8–15 cm, tumbuh secara aktif dengan cukup air. Untuk menghitung evapotranspirasi acuan (ETo) dapat digunakan beberapa metode yaitu (1) metode Penman, (2) metode panci evaporasi, (3) metode radiasi, (4)

metode Blaney Criddle dan (5) metode Penman modifikasi FAO (Sosrodarsono dan Takeda, 1983).

Menduga besarnya evapotranspirasi tanaman, ada beberapa tahap harus dilakukan, yaitu (1) menduga evapotranspirasi acuan, (2) menentukan koefisien tanaman (3) memperhatikan kondisi lingkungan setempat seperti variasi iklim setiap saat, ketinggian tempat, luas lahan, air tanah tersedia, salinitas, metode irigasi, dan budidaya pertanian.

f. Beberapa metode pendugaan evapotranspirasi acuan :

a. Metode Blaney – Cridle

$$ETo = c\,[P\,(0{,}46\,T + 8)]$$

Keterangan:

c = Koefisien Tanaman Bulanan

p = Presentase Bulanan jam-jam Hari Terang dalam Tahun

T = Suhu Udara (0C)

b. Metode Thornthwaite

$$ETo = 1{,}6\,[(10\,T/I)]^{a}$$

$$a = 0{,}49 + 0{,}0179\,I - 0{,}0000771\,I_2 + 0{,}000000675\,I_3$$

dimana

T = Suhu Rata-rata Bulanan (^{0}C)

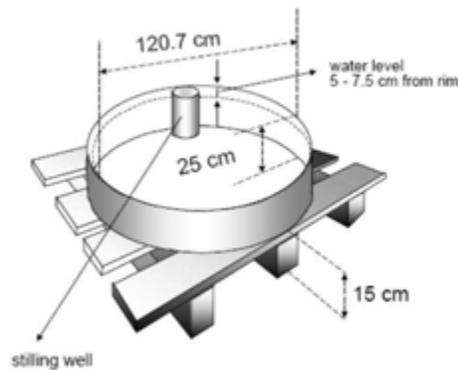
I = Indeks Panas Tahunan

c. Metode Pan Evaporasi

$$ETo = Kp \times Ep$$

Keterangan:

Kp = Koefisien Panci

Ep = Evaporasi Panci (mm/hari)

Gambar 12. Panci Evaporasi Kelas A

d. Metode Penman

$$ETo = c\ (W\ Rn + (1 - W)\ f(u)\ (ea - ed)\ )$$

Metode Penman modifikasi (FAO) digunakan untuk luasan lahan dengan data pengukuran temperatur, kelembaban, kecepatan angin dan lama matahari bersinar.

Harga koefisien panci evaporasi (Kp) tergantung pada iklim, tipe panci dan lingkungan panci. Untuk tipe Pan A yang dikelilingi oleh tanaman hijau pendek maka

harga koefisien panci berkisar antara 0.4 – 0.85 yang dipengaruhi oleh kecepatan angin dan kelembaban relative udara rata-rata.

Untuk daerah tropis seperti Indonesia dimana kecepatan angin lemah sampai sedang dan kelembaban nisbih udara rata-rata diatas 70 %, harga Kp hanya berkisar dari 0.65 – 0.85.

Tabel 2. Kisaran nilai koefisien panci pada berbagai level kecepatan angin dan kelembaban udara

Class A pan	Case A: Pan placed in short green cropped area				Case B: Pan placed in dry fallow area			
RH mean (%) →		low < 40	medium 40 -70	high > 70		low < 40	medium 40 -70	high > 70
Wind speed (m s^{-1})	Windward side distance of green crop (m)				Windward side distance of dry fallow (m)			
Light	1	.55	.65	.75	1	.7	.8	.85
< 2	10	.65	.75	.85	10	.6	.7	.8
	100	.7	.8	.85	100	.55	.65	.75
	1 000	.75	.85	.85	1 000	.5	.6	.7
Moderate	1	.5	.6	.65	1	.65	.75	.8
2-5	10	.6	.7	.75	10	.55	.65	.7
	100	.65	.75	.8	100	.5	.6	.65
	1 000	.7	.8	.8	1 000	.45	.55	.6
Strong	1	.45	.5	.6	1	.6	.65	.7
5-8	10	.55	.6	.65	10	.5	.55	.65
	100	.6	.65	.7	100	.45	.5	.6
	1 000	.65	.7	.75	1 000	.4	.45	.55
Very strong	1	.4	.45	.5	1	.5	.6	.65
> 8	10	.45	.55	.6	10	.45	.5	.55
	100	.5	.6	.65	100	.4	.45	.5
	1 000	.55	.6	.65	1 000	.35	.4	.45

Linsley dan Franzini (1979), menganjurkan penggunaan nilai Kp = 0,70 yang umum digunakan di daerah tropis.

Tabel 3. Kisaran nilai ET pada berbagai kondisi iklim wilayah

Regions	Mean daily temperature (°C)		
	Cool ~ 10°C	Moderate 20°C	Warm > 30°C
Tropics and subtropics			
- humid and sub-humid	2 - 3	3 - 5	5 - 7
- arid and semi-arid	2 - 4	4 - 6	6 - 8
Temperate region			
- humid and sub-humid	1 - 2	2 - 4	4 - 7
- arid and semi-arid	1 - 3	4 - 7	6 - 9

CONTOH SOAL

Suatu wilayah dengan tanaman yang memiliki faktor f = 0.7. Suhu udara rata-rata adalah 20^{0}C, koefisien konveski h = 0.7 dengan kecepatan angin pada ketinggian 2 meter adalah 5 m/det. Bila radiasi rata-rata efektif adalah 550 kal/cm2/hari nilai n/D = 0,4, Hitung besarnya nilai evapotranspirasi hari tersebut.

Jawaban:

Hitung Tekanan Udara Mutlak

e_a = h x e = 0,7 x 17,53 = 12,27 mmHg

e – ea = 17,73 – 17,27 = 5,26 mmHg

Hitung Suhu Mutlak

Ta = Tc + 273 = 20 + 273 = 293 K

Hitung Radiasi Gelombang Pendek

Rc = *R*a (0,25 + n/D) = 256,3 kal/cm2/hari

Rt = (1 – 0,06) Rc = 240,9 kal/cm2/hari

Rb = 117,4 x 10-9 x 2934 (0,47 – 0,077√(12,27))(0,2+0,8*0,4) = 90,1 kal/cm2/hari

Hitung Energi Budget

H = *Rt* – *Rb* = 240,9 – 90,1 = 150,8 kal/cm2/hari

Hitung Energi Penguapan Saat Kondisi Jenuh

Es = 0,35 (e – ea)(0,5 + 0,54 u2)

= 0,35 x (5,26) x (0,5 + 0,54 x 5) = 5,9 mm/hari

Hitung Evaporasi Permukaan Air Bebas

Hitung Evapotranspitasi

Ep = 0,7 x 3,6 = 2,5 mm/hari

3. Refleksi

Evapotranspirasi adalah perpaduan dua proses yakni evaporasi dan transpirasi. Evaporasi adalah proses penguapan atau hilangnya air dari tanah dan badan-badan air (abiotik), sedangkan transpirasi adalah proses keluarnya air dari tanaman (boitik) akibat proses respirasi dan fotosistesis. Kombinasi dua proses yang saling terpisah dimana kehilangan air dari permukaan tanah melalui proses evaporasi dan kehilangan air dari tanaman melalui proses transpirasi disebut sebagai evapotranspirasi (ET).

Untuk lebih memahami tentang evapotranspirasi, hal-hal yang perlu Anda pelajari adalah (1) memahami transpirasi, (2) memahami evaporasi, (3) memahami evapotranspirasi, 4) memahami Evapotranpirasi acua, (5) memahami faktor-faktor yang mempangaruhi evapotranspirasi tanaman.

4. Tugas

Tugas bisa dilakukan secara individual maupun kelompok. Pahami materi pada Kegiatan Belajar 3 tentang Evapotranspirasi Tanaman. Tanyakan kepada guru, apabila ada hal-hal yang kurang dipahami. Cari informasi dari berbagai sumber tentang Evapotranspirasi Tanaman.

Carilah data-data iklim yang diperlukan untuk perhitungan evapotranspirasi di BMKG setempat atau di internet.

Setelah didapatkan berbagai informasi data iklim dan evapotranspirasi tanaman, buatlah rangkuman untuk dibuat laporan atau dipresentasikan di depan kelas.

Dengan bimbingan guru, informasi yang didapat dapat digunakan untuk melengkapi informasi yang didapat dari buku teks ini.
Lakukan tugas yang ada pada Lembar Kerja Peserta Didik
Hitung evaporasi dan bandingkan nilai dari hasil ukur (panci Kelas A)

5. Tes Formatif

a. Apa yang dimaksud dengan evapotranspirasi ?
b. Untuk tujuan apa evapotranspirasi tanaman diperlukan ?
c. Faktor apa saja yang mempengaruhi evapotranspirasi tanaman ?
d. Apa yang dimaksud dengan evaporasi ?
e. Apa yang dimaksud dengan transpirasi
f. Jelaskan 3 faktor yang mendukung kecepatan evapotranspirasi tanaman!

Kunci Jawaban :

a. Evapotranspirasi adalah perpaduan dua proses yakni evaporasi dan transpirasi. Evaporasi adalah proses penguapan atau hilangnya air dari tanah dan badan-badan air (abiotik), sedangkan transpirasi adalah proses keluarnya air dari tanaman (boitik) akibat proses respirasi dan fotosistesis. Kombinasi dua proses yang saling terpisah dimana kehilangan air dari permukaan tanah melalui proses evaporasi dan kehilangan air dari tanaman melalui proses transpirasi disebut sebagai evapotranspirasi (ET).
b. Data evapotranspirasi sangat dibutuhkan untuk tujuan irigasi atau pemberian air, perencanaan irigasi atau untuk konservasi air.
c. Evapotranspirasi ditentukan oleh banyak faktor yakni:
   - Radiasi surya (Rd): Komponen sumber energi dalam memanaskan badan-badan air, tanah dan tanaman. Radiasi potensial sangat ditentukan oleh posisi geografis lokasi,
   - Kecepatan angin (v): Angin merupakan faktor yang menyebabkan terdistribusinya air yang telah diuapkan ke atmosfir, sehingga proses penguapan dapat berlangsung terus sebelum terjadinya keejenuhan kandungan uap di udara,

- Kelembaban relatif (RH): Parameter iklim ini memegang peranan karena udara memiliki kemampuan untuk menyerap air sesuai kondisinya termasuk temperatur udara dan tekanan udara atmosfir
- Suhu adalah komponen tak terpisah dari RH dan Radiasi. Suhu ini dapat berupa suhu badan air, tanah, dan tanaman ataupun juga suhu atmosfir.
- Jenis tanaman dan tingkat pertumbuhan.

d. Evaporasi adalah proses dimana air dalam bentuk cair dirubah menjadi uap air (*vaporization*) dan dipindahkan dari permukaan penguapan. Air dapat menguap dari berbagai permukaan seperti danau, sungai, tanah dan vegetasi hijau.

e. Transpirasi adalah proses penguapan air dalam bentuk cairan yang terkandung pada jaringan tanaman dan dipindahkan dalam bentuk uap ke atmosfir. Tanaman umumnya kehilangan air melalui stomata. Stomata merupakan saluran terbuka pada permukaan daun tanaman melalui proses penguapan dan perubahan wujud menjadi gas

f. Ada 3 faktor yang mendukung kecepatan evapotranspirasi yaitu (1) faktor iklim mikro, mencakup radiasi netto, suhu, kelembaban dan angin, (2) faktor tanaman, mencakup jenis tanaman, derajat penutupannya, struktur tanaman, stadia perkem-bangan sampai masak, keteraturan dan banyaknya stomata, mekanisme menutup dan membukanya stomata, (3) faktor tanah, mencakup kondisi tanah, aerasi tanah, potensial air tanah dan kecepatan air tanah bergerak ke akar tanaman.

C. Penilaian

Pada Kegiatan Belajar Pembelajaran 2 Hubungan Air Tanah dan Tanaman, penilaian terdiri dari penilaian sikap, penilaian pengetahuan, penilaian keterampilan.

1. Penilaian Sikap

Penilaian sikap terdiri dari penilaian sikap spiritual dan sikap sosial (Teliti). Lembaran ini diisi oleh guru/ peserta didik/ teman peserta didik, untuk menilai sikap peserta didik. Berilah tanda cek (√) pada kolom skor sesuai sikap yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria (rubrik) sebagai berikut :

4 = selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan

3 = sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan

2 = kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan

1 = tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Skor akhir menggunakan skala 1 sampai 4

Perhitungan skor akhir menggunakan rumus :

$$\text{Skor Akhir} = \frac{\text{Perolehan Skor}}{\text{Skor tertinggi}} \text{ x } 4$$

Contoh :

Skor diperoleh 14, skor tertinggi 4 x 5 pernyataan = 20, maka skor akhir :

$$\text{Skor Akhir} = \frac{14}{20} \text{ x } 4 = 2.8$$

Peserta didik memperoleh nilai :

Sangat Baik : apabila memperoleh skor 3.20 – 4.00 (80 – 100)

Baik : apabila memperoleh skor 2.80 – 3.19 (70 – 79)

Cukup : apabila memperoleh skor 2.40 – 2.79 (60 – 69)

Kurang : apabila memperoleh skor kurang 2.40 (kurang dari 60%)

a. Sikap Spiritual

Nama Peserta Didik : …………………

Kelas : …………………

Tanggal Pengamatan : …………………..

Materi Pokok : …………………..

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
1.	Berdoa sebelum dan sesudah melakukan sesuatu				
2.	Memberi salam pada saat awal dan akhir presentasi sesuai agama yang dianut				
3.	Mengucapkan syukur ketika berhasil mengerjakan sesuatu.				
4.	Berserah diri (tawakal) kepada Tuhan setelah berikhtiar atau melakukan usaha				
5.	Memelihara hubungan baik dengan sesama umat ciptaan Tuhan Yang Maha Esa				
Jumlah Skor					

b. Sikap Sosial (Teliti)

Nama Peserta Didik : …………………

Kelas : …………………

Tanggal Pengamatan : …………………..

Materi Pokok : …………………..

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
1.	Teliti dalam membaca buku teks				
2.	Teliti dalam mencari bahan informasi				
3.	Teliti dalam membaca bahan informasi				
4.	Teliti pada saat praktek				
5.	Teliti dalam membuat laporan/ presentasi				
Jumlah Skor					

2. Penilaian Pengetahuan

Penilaian pengetahuan terdiri dari Penilaian Tugas dan Penilaian Tes Tertulis.

a. Penilaian Tugas

Penilaian tugas berupa penilaian laporan dan atau penilaian presentasi hasil tugas. Lembaran ini diisi oleh guru, untuk menilai hasil tugas peserta didik. Berilah tanda cek (√) pada kolom skor sesuai nilai tugas yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria (rubrik) sebagai berikut

No.	**Aspek Yang Dinilai**	**Nilai**			
		1	**2**	**3**	**4**
1.	Pemahaman materi pada buku teks	Tidak dipahami	Kurang dipahami	Hampir dipahami	Dipahami
2.	Hasil Pengumpulan informasi	Tidak sesuai	Kurang sesuai	Hampir sesuai	Sesuai
3.	Penyusunan Laporan	Tidak sesuai	Kurang sesuai	Hampir sesuai	Sesuai
4.	Presentasi	Tidak sesuai	Kurang sesuai	Hampir sesuai	Sesuai

Nama Peserta Didik : …………………

Kelas : …………………

Tanggal Pengamatan : …………………..

Materi Pokok : …………………..

No	Aspek Pengamatan	Skor (S)				Nilai
		1	2	3	4	
1.	Pemahaman materi pada buku teks					
2.	Hasil Pengumpulan informasi					
3.	Penyusunan Laporan					
4.	Presentasi					
Jumlah Tertinggi						

Catatan : Apabila tidak menggunakan presentasi, maka Skor Tertinggi adalah = 3 X 4 = 12 , sedang apabila menggunakan presentasi, maka Skor Tertinggi adalah = 4 X 4 = 16.

b. Penilaian Tes Tertulis

No	Soal Tes Tertulis	Skor
1.	Apa yang dimaksud dengan evapotranspirasi ?	
	Evapotranspirasi adalah perpaduan dua proses yakni evaporasi dan transpirasi. Evaporasi adalah proses penguapan atau hilangnya air dari tanah dan badan-badan air (abiotik), sedangkan transpirasi adalah proses keluarnya air dari tanaman (boitik) akibat proses respirasi dan fotosistesis. Kombinasi dua proses yang saling terpisah dimana kehilangan air dari permukaan tanah melalui proses evaporasi dan kehilangan air dari tanaman melalui proses transpirasi disebut sebagai evapotranspirasi (ET).	
2.	Untuk tujuan apa evapotranspirasi tanaman diperlukan ?	
	Data evapotranspirasi sangat dibutuhkan untuk tujuan irigasi atau pemberian air, perencanaan irigasi atau untuk konservasi air.	
3.	Faktor apa saja yang mempengaruhi evapotranspirasi tanaman ?	
	Evapotranspirasi ditentukan oleh banyak faktor yakni: • Radiasi surya (Rd): Komponen sumber energi dalam memanaskan badan-badan air, tanah dan tanaman. Radiasi potensial sangat ditentukan oleh posisi geografis lokasi, • Kecepatan angin (v): Angin merupakan faktor yang menyebabkan terdistribusinya air yang telah diuapkan ke atmosfir, sehingga proses penguapan dapat berlangsung terus sebelum terjadinya keejenuhan kandungan uap di udara, • Kelembaban relatif (RH): Parameter iklim ini memegang peranan karena udara memiliki kemampuan untuk menyerap air sesuai kondisinya termasuk temperatur udara dan tekanan udara atmosfir • Suhu adalah komponen tak terpisah dari RH dan Radiasi. Suhu ini dapat berupa suhu badan air, tanah, dan tanaman ataupun juga suhu atmosfir. • Jenis tanaman dan tingkat pertumbuhan.	

4.	Apa yang dimaksud dengan evaporasi ?	
	Evaporasi adalah proses dimana air dalam bentuk cair dirubah menjadi uap air (vaporization) dan dipindahkan dari permukaan penguapan. Air dapat menguap dari berbagai permukaan seperti danau, sungai, tanah dan vegetasi hijau.	
5.	Apa yang dimaksud dengan transpirasi	
	Transpirasi adalah proses penguapan air dalam bentuk cairan yang terkandung pada jaringan tanaman dan dipindahkan dalam bentuk uap ke atmosfir. Tanaman umumnya kehilangan air melalui stomata. Stomata merupakan saluran terbuka pada permukaan daun tanaman melalui proses penguapan dan perubahan wujud menjadi gas	
6.	Jelaskan 3 faktor yang mendukung kecepatan evapotranspirasi tanaman!	
	Ada 3 faktor yang mendukung kecepatan evapotranspirasi yaitu (1) faktor iklim mikro, mencakup radiasi netto, suhu, kelembaban dan angin, (2) faktor tanaman, mencakup jenis tanaman, derajat penutupannya, struktur tanaman, stadia perkem-bangan sampai masak, keteraturan dan banyaknya stomata, mekanisme menutup dan membukanya stomata, (3) faktor tanah, mencakup kondisi tanah, aerasi tanah, potensial air tanah dan kecepatan air tanah bergerak ke akar tanaman.	20
	Skor Tertinggi	100

$$\text{Nilai tes tertulis peserta didik} = \frac{\text{Skor yang diperoleh peserta didik}}{\text{Skor Tertinggi}} \times 100$$

3. Penilaian Keterampilan

Penilaian keterampilan terdiri dari penilaian praktek pada saat melaksanakan lembar lerja.

Lembaran ini diisi oleh guru, untuk menilai keterampilan peserta didik. Berilah tanda cek (√) pada kolom skor sesuai kemampuan yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria (rubrik) sebagai berikut :

4 = dilaksanakan dengan cara yang benar, dan lancar

3 = dilaksanakan dengan cara yang benar, namun tidak lancar

2 = dilaksanakan, namun caranya salah

1 = tidak dilaksanakan

No	Aspek yang dinilai	Skor				Nilai
		1	2	3	4	
1.	Menentukan jenis system irigasi					
2.	Mengenali komponen-komponen system irigasi					
3.	Menjelaskan prinsip kerja					
4.	Catatan sumber air irgasi, kapasitas dan pembagian air					
5.	Laporan dan presentasi					
	Jumlah skor					

$$\text{Nilai tes pratek peserta didik} = \frac{\text{Skor yang diperoleh peserta didik}}{\text{Skor Tertinggi}} \times 100$$

Kegiatan Pembelajaran 3. Sumber-sumber Air Irigasi

A. Deskripsi

Kegiatan Pembelajaran 3 tentang Sumber-sumber Air irigasi berisikan 5 materi yang dibahas secara runtun, yaitu (1) Sumber Air dan Penggunaannya, (2) Karakteristika Sumberdaya Air, (3) Siklus Hidrologi, (4) Jenis-jenis Sumber Air Irigasi, (5) Kualitas Air Irigasi

B. Kegiatan Belajar

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari kegiatan pembelajaran 4 tentang Sumber-sumber Air Irigasi diharapkan Anda dapat :

(1) Menganalisis Sumber Air dan Penggunaannya
(2) Menganalisis Karakteristika Sumberdaya Air,
(3) Menganalisis Siklus Hidrologi,
(4) Menganalisis Jenis-jenis Sumber Air Irigasi,
(5) Menganalisis Kualitas Air Irigasi

2. Uraian Materi

Sumber-sumber air irigasi

a. Pendahuluan

Permasalahan utama ketersediaan sumber daya air di Indonesia merupakan persoalan pokok dalam bidang pertanian. Pada musim hujan, ketersediaannya lebih dari cukup, bahkan berlebihan, sehingga menyebabkan banjir. Namun pada musim kemarau, ketersediaanya sangat

sedikit, dan di daerah tertentu dapat menyebabkan kekeringan dan membahayakan tanaman.

Ada berbagai sumber air yang dapat digunakan untuk kepentingan irigasi, seperti sungai, air tanah, danau dan sebagainya. Agar pertumbuhan dan perkembangan tanaman tidak terganggu, diperlukan pengelolaan sumber sumber air tersebut.

b. Sumber Air irigasi dan Penggunaannya

Sebagai Negara agraris Indonesia yang menitikberatkan pada sektor pertanian seba-gai andalan negara, maka sistem irigasi mempunyai peranan yang sangat penting guna mensuplai air untuk sektor pertanian.

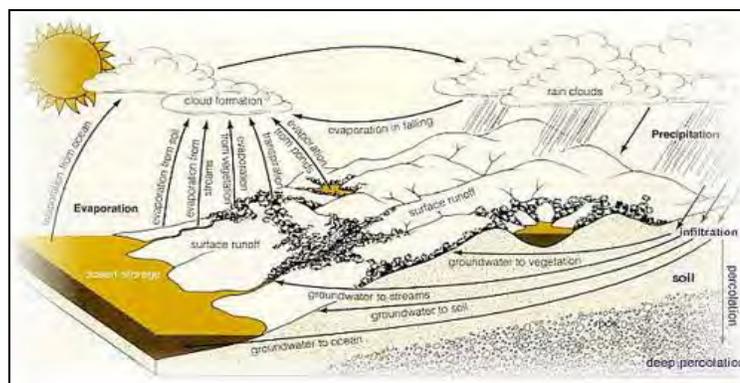
Satu hal yang tidak boleh kita lupakan dalam sistem irigasi, yaitu dari manakah sumber air yang akan digunakan ? Dalam praktik sehari-hari sumber air dalam irigasi dapat digolongkan dalam 3 (tiga) golongan, yaitu, (1) mata air, (2) Air tanah, dan (3) Air sungai.

- Mata air adalah air yang terdapat di dalam tanah, seperti sumur, air artesis, dan air tanah. Air tersebut banyak mengandung zat terlarut sehingga mineral bahan makan tanaman sangat kurang dan pada umumnya konstan.
- Air sungai yaitu air yang terdapat di atas permukaan tanah. Air tersebut banyak mengandung lumpur yang mengandung mineral sebagai bahan makan makanan, sehingga sangat baik untuk pemupukan dan juga suhunya lebih rendah daripada suhu atmosfer. Air sungai ini berasal dari dua macam sungai, yaitu sungai kecil yang debit airnya berubah-ubah dan sungai besar.
- Air Waduk, yaitu air yang terdapat di permukaan tanah, seperti pada sungai. Tetapi air waduk sedikit mengandung lumpur, sedangkan zat

terlarutnya sama banyaknya dengan air sungai. Air waduk di sisni dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu waduk alami dan waduk buatan manusia. Air waduk juga dibedakan menjadi dua macam menurut keuntungan yang diperoleh, yaitu waduk multi purpose atau waduk dengan keuntungan yang diperoleh lebih dari satu. Misalnya air waduk selain untuk pertanian juga untuk perikanan, penanggulangan banjir, pembangkit listrik dan pariwisata. Tetapi ada juga waduk yang hanya digunakan untuk pertanian saja.

Dari ketiga jenis air sumber irigasi yang disebutkan di atas, ternyata sumber utama dari sumber air irigasi adalah air hujan.

c. Siklus Hidrologi

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang sangat dibutuhkan untuk hidup dan kehidupan makhluk di permukaan bumi, termasuk bagi kehidupan manusia, hewan dan tumbuhan. Keberadaan air di bumi relatif tetap, yaitu sekitar 1.38 miliar km^3, namun dari jumlah tersebut hanya 2.5% yang merupakan air tawar dan sekitar 0.01% dari jumlah tersebut yang dapat dimanfaatkan. Jumlah air tawar di permukaan dan di bawah permukaan tanah yang dapat dimanfaatkan berasal dari hujan yang keberadaannya melalui suatu proses panjang yang dikenal dengan *siklus hidrologi*.

Gambar 13. Siklus hidrologi

Siklus hidrologi adalah perputaran air yang tidak pernah berhenti dari atmosfir ke bumi dan kembali lagi ke atmosfir melalui serangkaian proses seperti, evaporasi transpirasi, kondensasi dan turun sebagai hujan dipermukaan bumi mengisi tanah dan cekungan dipermukaan bumi. Kemudian menjadi sumber air yang diperlukan dalam kehidupan.

Setelah mencapai tanah, siklus hidrologi terus berlangsung secara kontinu dalam tiga cara yang berbeda, yaitu (1) evaporasi dan transpirasi, (2) infiltrasi dan perkolasi ke dalam tanah, (3) air permukaan.

Evaporasi dan transpirasi

Air yang ada di laut, di daratan, di sungai, dalam tanaman mengalami evaporasi atau penguapan ke atmosfer dalam bentuk uap air, dan kemudian berubah menjadi awan. Jika penguapan yang terjadi terus berlangsung, maka uap air di atmosfer akan menjadi jenuh. Penguapan terus terjadi, dan kemudian uap air mengalami proses pemadatan (kondensasi) membentuk uap air yang tebal dan berubah menjadi titik-titik air yang selanjutnya akan turun dalam bentuk hujan, salju, atau es yang secara umum dikenal dengan istilah presipitasi (precipitation)

Infiltrasi dan perkolasi

Air hujan yang jatuh ke permukaan bumi akan bergerak masuk ke dalam tanah (infiltrasi) melalui celah-celah dan pori-pori tanah dan batuan membentuk air tanah. Air juga dapat bergerak akibat aksi kapiler dan bergerak secara vertikal atau horizontal (perkolasi) di bawah permukaan tanah hingga air tersebut memasuki kembali sistem air permukaan.

Air permukaan

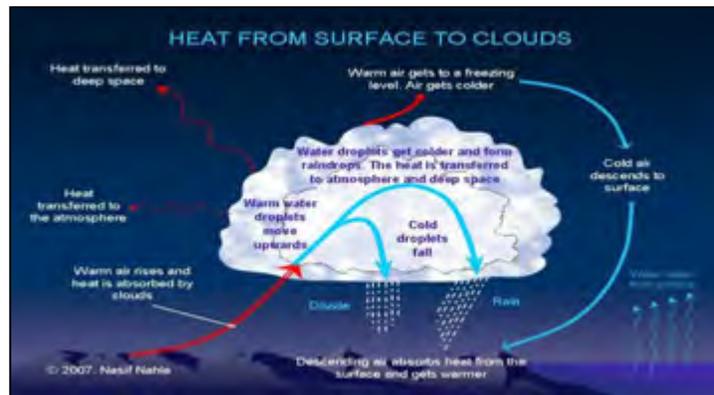
Air permukaan, baik yang mengalir maupun yang tergenang (danau, waduk, rawa), dan sebagian air bawah permukaan akan terkumpul dan mengalir membentuk sungai dan bermuara ke laut. Proses perjalanan air di daratan itu terjadi dalam komponen siklus hidrologi yang membentuk sistem daerah aliran sungai (DAS) dan akhirnya menuju ke laut.

d. Hujan sebagai sumber air irigasi dan pengukurannya

Air yang diserap tanaman dari dalam tanah, baik berupa mata air, air sungai maupun air waduk adalah berasal dari air hujan. Berdasarkan sumbernya, maka kebutuhan air untuk kepentingan pertanian dapat dibedakan menjadi 3 kelompok, yaitu, (1) air hujan, (2) air permukaan, (3) air tanah.

Proses pembentukan hujan

Hujan adalah sumber air utama untuk kebutuhan tanaman. Hujan berasal dari atmosfer yang dihasilkan melalui serangkaian proses yang dikenal dengan istilah siklus air atau siklus hidrologi. Proses terjadinya hujan diawali ketika sejumlah uap air di atmosfer bergerak ke tempat yang lebih tinggi oleh adanya perbedaan tekanan uap air. Uap air bergerak dari tempat dengan tekanan uap air lebih tinggi ke tempat dengan tekanan uap air lebih rendah di atmosfer. Uap air yang bergerak tersebut pada ketinggian tertentu akan mengalami penjenuhan dan jika diikuti dengan terjadinya kondensasi, maka uap air tersebut akan berubah bentuk menjadi butiran-butiran air hujan.

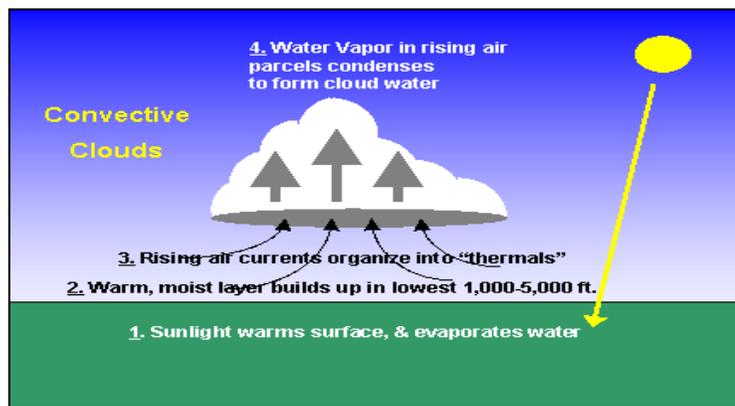
Awan atau uap air di atmosfer mengalami proses pendinginan melalui beberapa cara, antara lain adanya pertemuan antara dua massa uap air dengan suhu yang berbeda atau oleh sentuhan antara massa uap air dengan obyek atau benda dingin. Adanya pembentukan awan tidak dengan sendirinya diikuti dengan terjadinya hujan. Namun demikian, keberadaan awan dapat dijadikan indikasi awal untuk berlangsungnya pembentukan hujan.

Gambar 14. Proses umum pembentukan awan

Proses berlangsungnya pembentukan hujan melibatkan tiga faktor utama, yaitu:

1. Kenaikan masa uap air ke tempat yang lebih atas sampai saatnya atmosfer menjadi jenuh.
2. Terjadi kondensasi atas partikel-partikel uap air kecil di atmosfer.
3. Partikel-partikel uap air tersebut bertambah besar sejalan dengan waktu untuk kemudian jatuh ke bumi dan permukaan laut karena gaya gravitasi.

Berdasarkan proses pembentukan hujan yang umum dijumpai di daerah tropis dapat dibedakan menjadi tiga tipe, yaitu (1) hujan konvektif, (2) hujan frontal, (3) hujan orografik

Hujan konvektif

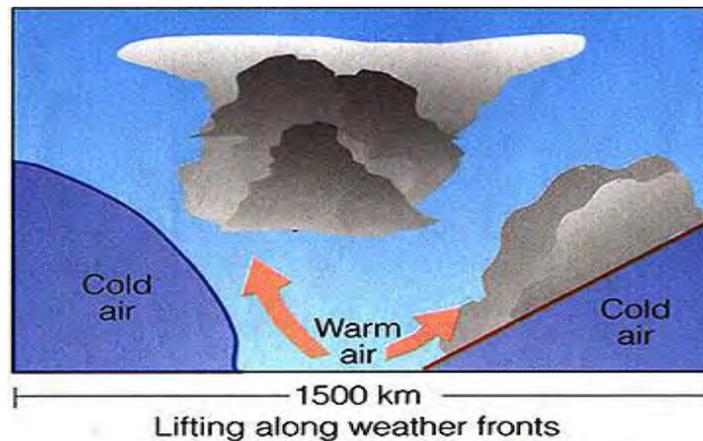
Hujan konvektif adalah tipe hujan yang terbentuk oleh adanya perbedaan panas yang diterima permukaan tanah dengan panas yang diterima oleh lapisan udara di atas permukaan tanah tersebut. Hal ini biasanya terjadi pada akhir musim kering dengan intensitas hujan yang tinggi, sebagai hasil proses kondensasi massa air basah pada ketinggian di atas 15 km. Secara skematis, proses pembentukan hujan tipe konvektif dapat dilihat pada Gambar 4.3 berikut.

Gambar 15. Proses pembentukan awan konvektif

Dalam proses ini terjadi pelepasan energi panas yang akan menyebabkan udara menjadi bertambah panas, dan mendorong udara panas tersebut bergerak lebih ke atas sampai ketinggian tertentu dimana uap air panas tersebut membeku dan jatuh sebagai hujan oleh adanya gaya gravitasi. Tipe hujan konvektif biasanya dicirikan dengan intensitas yang tinggi, berlangsung relatif cepat dan mencakup wilayah yang tidak terlalu luas.

Gambar 16. Hujan Konvektif

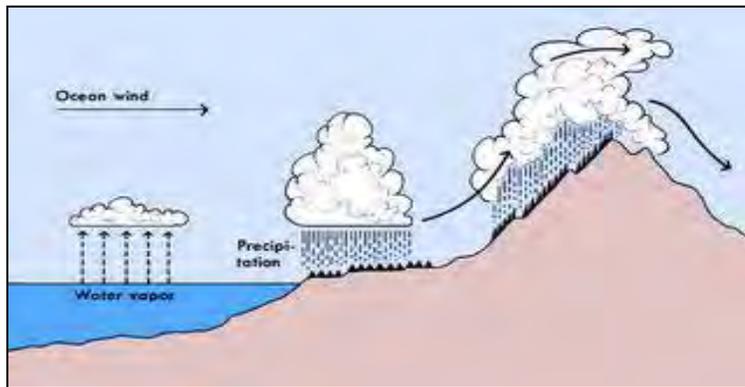
Hujan frontal

Hujan frontal adalah tipe hujan yang secara umum disebabkan oleh bergulungnya dua masa udara yang berbeda suhu dan kelembaban. Massa udara lembab yang hangat dipaksa bergerak ke tempat yang lebih tinggi dengan suhu lebih rendah dan kerapatan udara yang lebih besar. Dengan proses yang demikian dapat dihasilkan hujan frontal dingin dan hangat. Hujan frontal dingin biasanya mempunyai kemiringan permukaan frontal yang besar dan menyebabkan gerakan masa udara ke tempat yang lebih tinggi dan lebih cepat sehingga bentuk hujan yang dihasilkan ada-lah hujan lebat dalam waktu yang singkat.

Sebaliknya, pada hujan frontal hangat, kemiringan permukaan frontal tidak terlalu besar sehingga gerakan masa udara ke tempat yang lebih tinggi dapat dilakukan dengan perlahan-lahan dan terjadi proses pendinginan berlangsung secara bertahap. Tipe hujan frontal yang dihasilkan adalah hujan yang tidak terlalu lebat dan berlangsung dalam waktu lebih lama (hujan dengan intensitas rendah).

Gambar 17. Hujan Frontal

Hujan orografik

Hujan orografik adalah jenis hujan yang paling umum terjadi di daerah pegunungan. Pembentukan hujan ini diawali dengan pergerakan massa udara ke atas mengikuti bentang lahan pegunungan sampai saatnya terjadi proses kondensasi. Ketika massa udara melewati daerah bergunung, pada lereng di bagian atas terjadi hujan orografik. Sementara lereng di bawah masa udara yang turun akan mengalami pemanasan dengan sifat kering, dan daerah ini disebut daerah bayangan. Hujan yang terjadi disebut hujan bayangan dengan intensitas yang lebih kecil. Intensitas hujan orografik cenderung menjadi lebih besar dengan meningkatnya ketebalan lapisan udara lembab di atmosfer yang bergerak ke tempat yang lebih tinggi.

Tipe hujan orografik dianggap sebagai pemasok air tanah, danau. bendungan, dan sungai karena berlangsung di daerah hulu daerah aliran sungai (DAS).

Gambar 18. Hujan Orografis

Pengukuran Curah Hujan

Besarnya curah hujan yang turun diukur dengan alat penakar curah hujan atau biasa dikenal dengan istilah ombrometer. Alat penakar curah hujan ini dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu (1) alat penakar hujan manual dan (2) alat penakar hujan otomatis.

Alat penakar hujan manual

Alat penakar hujan manual adalah alat penakar hujan standar dimana pencatatan data curah hujan berlangsung secara manual (tidak otomatis). Alat ini dibuat berupa tabung dalam bentuk bulat memanjang arah vertikal dengan diamater tertentu. Diameter dan ketinggian bidang penangkap air hujan dari permukaan tanah bervariasi, tapi ukuran standar yang digunakan adalah diameter 20 cm dan ketinggian 79 cm dari permukaan tanah. Hujan yang tertampung dalam tabung selanjutnya diukur volumenya, tetapi jika curah hujan melebihi kapasitas tabung, maka data curah hujan tidak akan tercatat.

Gambar 19. Alat penakar hujan biasa

Alat penakar hujan otomatis

Alat penakar hujan otomatis adalah alat penakar hujan dengan mekanisme pencatatan curah hujan otomatis (mencatat sendiri) untuk data hujan yang diperoleh selama periode waktu tertentu. Selain besarnya curah hujan dapat dicatat, besarnya intensitas curah hujan dan lama waktu terjadinya hujan juga tercatat.

Ada dua jenis alat penakar hujan otomatis yang banyak digunakan yaitu (1) weighing bucket rain gauge dan (2) tipping bucket.

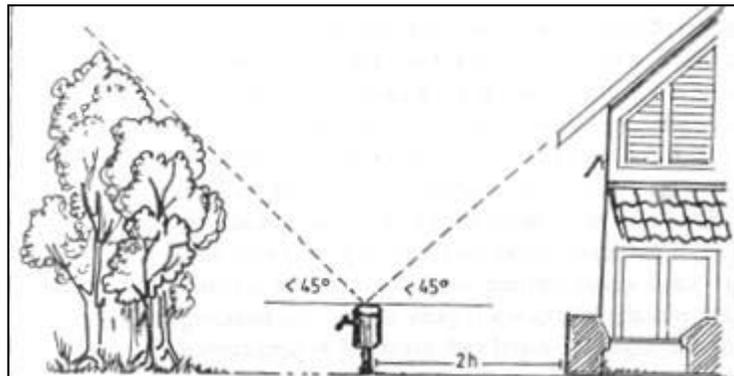
Jenis alat penakar hujan otomatis pertama yaitu weighing bucket rain gauge terdiri dari corong penangkap air hujan yang ditempatkan di atas tabung penampung air yang terletak di atas timbangan dan dilengkapi dengan alat pencatat otomatis. Alat pencatat atau pen pada timbangan dihubungkan ke permukaan kertas grafik yang tergulung pada sebuah tabung silinder. Dengan demikian, setiap ada air hujan yang tertampung dalam corong akan mengalir kedalam tabung pengukur yang terletak di atas timbangan. Setiap ada penambahan air hujan kedalam tabung maka timbangan akan bergerak turun. Gerakan timbangan ini akan

menggerakkan alat pencatat yang terhubung dengan kertas grafik sedemikian rupa sehingga perubahan volume air hujan yang masuk dapat tercatat di atas kertas grafik. Setiap periode waktu tertentu gulungan kertas grafik dilepaskan untuk dianalisis dan secara periodik kertas grafik dan tinta perlu diganti dengan yang baru.

Jenis alat penakar hujan otomatis kedua yaitu tipping bucke, alat ini lebih canggih, beroperasi secara otomatis dan tidak memerlukan tinta atau kertas untuk mencatat data curah hujan. Cara kerja alat sesuai dengan namanya, yaitu dengan cara tipping atau seperti cara kerja timbangan duduk dimana salah satu bucket atau tabung penampung air bergerak ke bawah setiap kali menampung air hujan. Dengan cara ini, air hujan dihitung dan dicatat oleh alat pencatat otomatik (logger) yang diletakkan terpisah dari alat ukur tipping bucket.

Pada alat tipping bucket tipe Argio setiap "tipping" atau jatuhnya tabung setara dengan 0.2 mm. Dengan mengetahui jumlah tipping dan lama waktu hujan, maka dapat diketahui intensitas hujan untuk setiap kejadian hujan. Pencatatan data dilakukan dengan bantuan komputer karena data hujan dan waku hujan tersimpan dalam data logger. Untuk keperluan khusus, misalnya pemantauan curah hujan untuk pengendalian banjir atau pembangkit listrik tenaga air, maka alat penakar hujan otomatis dihubungkan ke pusat pemantauan hujan melalui satelit. Sehingga hanya dalam waktu beberapa detik hujan yang terjadi di daerah yang jaraknya puluhan kilo-meter dapat dimonitor oleh pusat pemantauan hujan.

Gambar 20. Alat penakar hujan otomatis

Agar alat pencatat curah hujan dapat memberikan hasil pencatatan yang lebih teliti, maka yang terpenting adalah penempatan lokasi alat. Alat penakar curah hujan harus ditempatkan jauh dari bangunan dan bebas dari pepohonan. Gambar 4.9 merupakan ilustrasi lokasi penempatan alat penakar curah hujan yang benar.

Gambar 21. Lokasi penempatan alat penakar hujan

Perhitungan curah hujan

Untuk mendapatkan data curah hujan yang dapat mewakili daerah yang luas, diperlukan alat penakar hujan dalam jumlah yang cukup. Dengan semakin banyak alat penakar hujan yang dipasang di lapangan diharapkan dapat diketahui besarnya variasi curah hujan dan besarnya curah hujan rata-rata yang terjadi di daerah tersebut. Untuk menghitung curah hujan harian, bulanan, dan tahunan pada suatu tempat dapat digunakan tiga cara, yaitu, (1) rata-rata aritmatik, (2) poligon Thiessen, dan (3) isohyet.

Cara aritmatik.

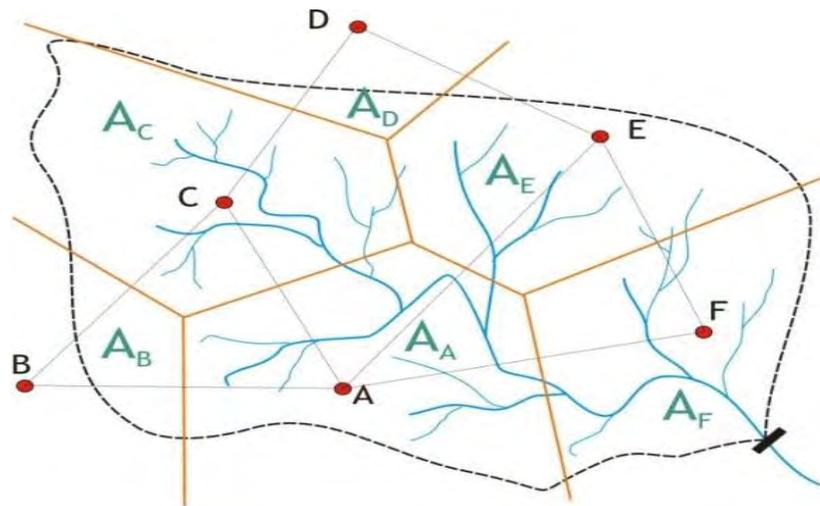
Di antara ketiga cara yang disebutkan di atas, cara rata-rata aritmatik dianggap paling mudah. Dengan cara ini, pengukuran curah hujan dilakukan serentak untuk lama waktu hujan tertentu dan dari semua alat penakar hujan yang dipasang dijumlahkan, kemudian dibagi dengan jumlah alat penakar hujan yang digunakan. Sehingga akan menghasilkan rata-rata curah hujan di daerah pengamatan. Alat-alat penakar hujan semestinya berada dalam daerah yang diamati, namun demikian alat penakar di luar batas daerah pengamatan dapat juga dimanfaatkan oleh daerah didekatnya sepanjang masih mewakili daerah pengamatan tersebut.

Cara rata-rata aritmatik dapat memberikan hasil pengukuran curah hujan yang memadai apabila:

1. Pemasangan alat penakar hujan di daerah tangkapan air tersebut penyebarannya merata, dan
2. Daerah pengamatan relatif seragam, terutama dalam hal ketinggian tempat, sehingga dengan demikian variasi curah hujan tidak besar. Cara rata-rata aritmatik siap dipakai apabila lama waktu hujan pendek dan menyebar keseluruh daerah pengamatan.

Berikut ini adalah contoh perhitungan cara rata-rata aritmatika data curah hujan. Misal, pada daerah pengamatan dipasang 4 buah alat penakar curah hujan. Curah hujan yang jatuh di stasiun penakar curah hujan A = 4 cm, B = 8 cm, C = 10 cm, dan D = 6 cm. Maka rata-rata curah hujan untuk daerah tersebut secara keseluruhan adalah sama dengan rata-rata aritmatika, yaitu = (4 + 8+10+6)/4 = 7 cm

Cara *poligon Thiessen*

Perhitungan curah hujan dengan cara poligon Thiesen dilakukan dengan menghu-bungkan alat penakar terpasang dengan menggunakan garis lurus seperti pada Gambar 4.10. Pada gambar tersebut, besarnya curah hujan di suatu daerah dihitung untuk curah hujan tunggal. Hasil pengukuran pada setiap alat penakar terlebih dahulu diberi bobot dengan menggunakan bagian-bagian proporsi wilayah dari total luas daerah yang diwakili oleh alat penakar hujan masing-masing kemudian dijumlahkan.

Gambar 22. Poligon Thiesen

Pada peta daerah pengukuran, daerah masing-masing alat penakar berada dibagi menjadi beberapa poligon. Poligon untuk masing-masing alat penakar hujan dihitung dengan menggunakan planimeter atau menggunakan teknik "dot grid". Curah hujan rata-rata pada daerah tersebut dihitung dari persamaan berikut :

$$\left(\frac{R_1 * a_1}{A}\right) + \left(\frac{R_2 * a_2}{A}\right) + \ldots \left(\frac{R_n * a_n}{A}\right)$$

dimana :

R_i = hasil pengukuran curah hujan dari seluruh alat penakar (n)
a_i = luas masing-masing poligon, dan
A = total wilayah daerah tangkapan sungai

Pada Gambar 22 dijelaskan terdapat empat alat penakar hujan yang digunakan dalam menentukan curah hujan rata-rata suatu DAS dengan tiga alat penakar hujan berada di luar wilayah DAS. Wilayah a_1 dalam daerah tangkapan sungai tersebut tampak Iebih dekat pada alat penakar hujan A dibanding alat penakar lain di sekitarnya (B dan D), oleh karenanya alat penakar A lebih mewakili wilayah a_1.

Bilangan pecahan a_i/A disebut angka tetapan Thiessen. Sekali angka tetapan ini ditentukan, maka besarnya curah hujan daerah yang bersangkutan dapat ditentukan dengan cepat berdasarkan data pengamatan dari masing-masing alat penakar hujan yang digunakan. Jika karena suatu hal, ada data yang hilang dari satu lokasi pengamatan, jalan termudah yang dapat ditempuh untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan memperkirakan data yang hilang tersebut dan tetap menggunakan angka tetapan yang sama.

Cara poligon termasuk memadai untuk menentukan curah hujan suatu daerah, namun demikian hasil yang baik akan ditentukan oleh sejauh mana penempatan alat penakar hujan mampu mewakili daerah pengamatan. Cara poligon tidak cocok digunakan di daerah bergunung dan daerah dengan intensitas curah hujan yang tinggi.

Berikut ini adalah contoh perhitungan curah hujan metode poligon Theissen. Data curah hujan dan luas daerah poligon masing-masing stasiun penakar hujan adalah seperti pada Tabel 4, maka curah hujan

Tabel 4. Perhitungan curah hujan cara poligon Thiessen

Stasiun	Curah hujan (cm)		Luas masing masing poligon (%)		Volume hujan (cm)
A	4	x	28	=	1,12
B	8	x	9	=	0,72
C	10	x	49	=	4,90
D	6	x	14	=	0,84
Curah hujan rata-rata = 7,60					

Cara isohyet

Pengukuran curah hujan dengan cara isohyet dipandang sebagai cara yang paling baik, tapi bersifat subyektif dan tergantung pada keahlian, pengalaman, dan penge-tahuan pengguna tentang sifat curah hujan setempat.

Pada ke empat alat penakar curah hujan terpasang, data curah hujan yang terukur adalah seperti pada Tabel 4.2. Pada Gambar 4.10 terdapat enam garis isohet, dengan persentase luas daerah yang diukur dengan planimeter adalah a_i, dan curah hujan untuk masing-masing bagian daerah isohet adalah r_i. Kemudian masing-masing luas daerah dibagi dengan luas daerah keseluruhan A. Secara matematik dinyatakan dengan persamaan :

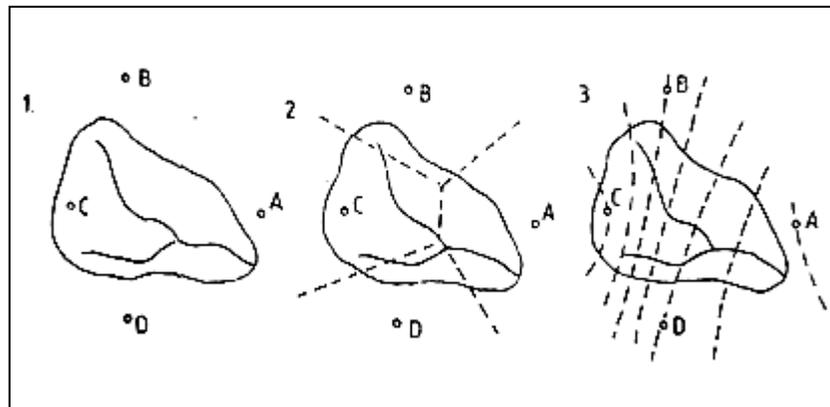
$$\frac{a_1 * r_1}{A} + \frac{a_2 * r_2}{A} + \cdots \frac{a_n * r_n}{A}$$

Contoh perhitungan curah hujan cara isohet dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Perhitungan curah hujan cara isohet

Curah hujan*)	Luas antar isohet (%)	Volume hujan (cm)
4,5	12	0,54
5,5	25	1,38
6,5	14	0,91
7,5	13	0,98
8,5	18	1,53
9,5	14	1,33
10,5	0,02	0,42
Curah hujan rata –rata		7,1

*) *curah hujan pada masing-masing garis isohet*

Ilustrasi pengukuran cara isohet dapat dilihat pada Gambar 4.10. berikut.

Gambar 23. Ilustrasi pengukuran curah dengan cara isohyet

Intensitas dan lama waktu hujan

Intensitas hujan adalah jumlah hujan per satuan waktu. Untuk mendapatkan nilai intensitas hujan di suatu tempat maka alat penakar

hujan yang digunakan harus mampu mencatat besarya volume hujan dan waktu mulai berlangsungnya hujan sampai hujan tersebut berhenti. Dalam hal ini alat penakar hujan yang dapat diman-faatkan adalah alat penakar hujan otomatis. Alat penakar hujan standar juga dapat digunakan asal waktu selama hujan berlangsung diketahui. Intensitas hujan atau jumlah hujan per satuan waktu biasa dinyatakan dalam satuan milimeter per jam.

Contoh :

Misalnya pada suatu kejadian hujan yang dimulai pada jam 09.00 dan berhenti pada jam 09.45 atau sama dengan 0,75 jam. Setelah curah hujan yang tertampung dengan alat pengukur curah hujan diketahui, misalnya 5 cm atau 50 mm, maka intensitas curah hujan adalah 50 mm/0,75 jam atau setara dengan 66,67 mm/jam.

e. Jenis-jenis Sumber Air Irigasi

Berdasarkan sumbernya, secara garis besar sumber air irigasi dapat dibedakan menjadi 2 kelompok besar, yaitu (1) sumber air permukaan dan (2) sumber air bawah permukaan.

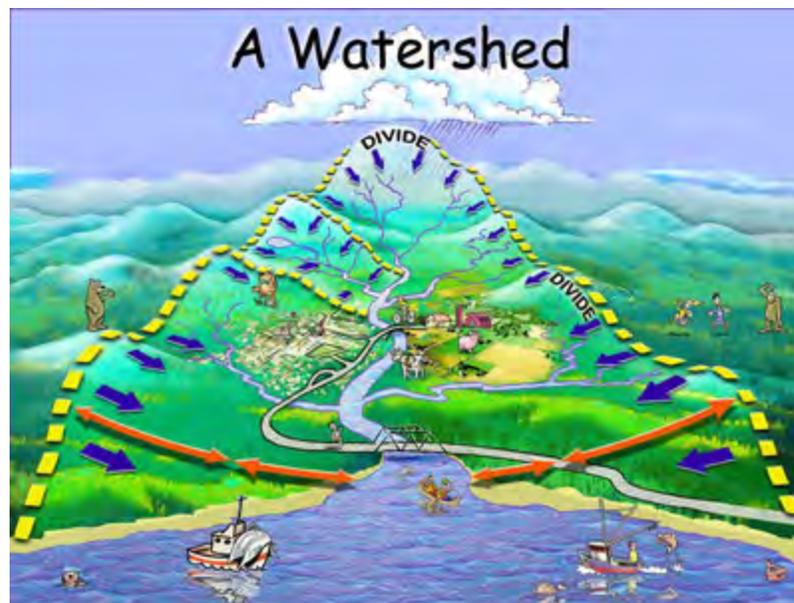
Air permukaan

Air permukaan adalah sumber air irigasi yang paling utama dan terdapat dipermu-kaan tanah dalam berbagai bentuk, yaitu sungai, danau atau waduk (danau buatan) dan genangan lainnya.

Sungai

Sungai adalah torehan atau guratan bentukan alam di permukaan bumi yang terbentang dari pegunungan sampai ke laut. Daerah dimana sungai memperoleh air merupakan suatu daerah penangkapan hujan yang

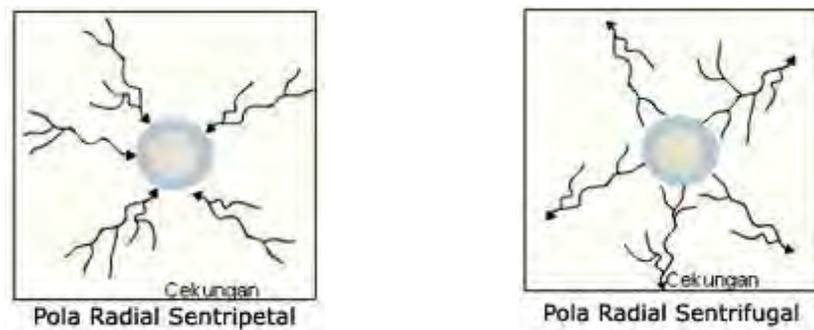
biasanya disebut dengan daerah aliran sungai (DAS). Contoh DAS Citarum yang berarti curah hujan yang jatuh di daerah tersebut air yang berasal dari curah hujan masuk ke dalam sungai Citarum dan akhirnya di mengalir ke laut. Dengan demikian daerah aliran sungai merupakan sebagai suatu unit kesatuan wilayah tempat air hujan menjadi aliran permukaan dan mengalir ke sungai.

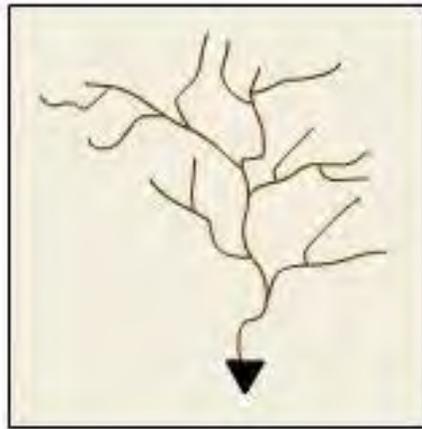
Garis batas antara DAS yang satu dengan DAS yang lain berupa permukaan bumi berupa punggung bukit yang memisahkan dan membagi air hujan menjadi aliran permukaan ke masing-masing DAS. Setiap DAS besar merupakan gabungan beberapa DAS sedang (sub DAS) dan sub DAS terdiri dari gabungan beberapa sub DAS yang lebih kecil (Sub-sub DAS).

Gambar 24. Daerah aliran sungai

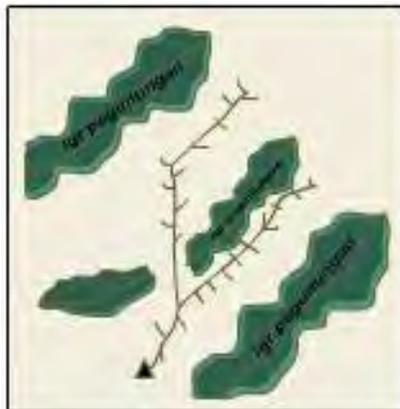
Pola aliran sungai

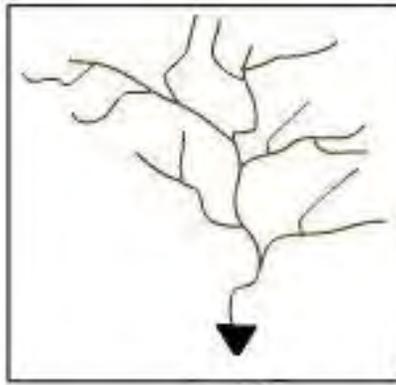
Aliran sungai di dalam DAS mengikuti suatu aturan, yaitu bahwa aliran sungai tersebut dihubungkan oleh suatu jaringan satu arah dimana cabang dan anak sungai mengalir ke dalam sungai induk yang lebih besar dan

membentuk suatu pola tertentu. Pola aliran tersebut sangat ditentukan oleh kondisi topografi, geologi dan vegetasi yang terdapat pada DAS yang bersangkutan. Secara keseluruhan kondisi tersebut akan menentukan karakteristik dan bentuk pola aliran sungai. Beberapa pola aliran sungai yang terdapat di Indonesia antara lain (1) radial, (2) rectangular, (3) trellis dan (4) dendritik.

Radial. Pola aliran radial adalah pola aliran yang berbentuk lingkaran dimana anak-anak sungai menuju ke satu titik secara melingkar. Pola aliran ini biasanya banyak dijumpai di daerah lereng gunung api atau daerah dengan topografi berbentuk kubah, misalnya aliran sungai di lereng Gunung Semeru dan Gunung Ijen di Jawa Timur, serta Gunung Merapi di Jawa Tengah. Sebagai akibat dari bentuk tersebut maka waktu yang diperlukan aliran yang datang dari seluruh penjuru aliran air hampir bersamaan. Jika terjadi hujan yang sifatnya merata di seluruh DAS maka akan menyebabkan banjir besar di daerah pertemuan anak-anak sungainya.

Gambar 25. Pola aliran radial

Rektangular. Pola aliran rektangular adalah pola aliran yang menunjukkan arah tegak lurus di antara sungai induk dengan anak-anak sungainya. Pola aliran sungai rektangular terdapat di daerah batuan kapur, misalnya daerah Gunung Kidul di Yogyakarta.

Gambar 26. Pola aliran rektangular

Trellis. Pola aliran trellis biasa dijumpai di daerah dengan lapisan sedimen di daerah pegunungan lipatan, misalnya di daerah pegunungan lipatan di Sumatera Barat dan Jawa Tengah.

Gambar 27. Pola aliran trelis

Dendritik. Pola aliran dendritik pada umumnya terdapat di daerah dengan batuan sejenis dan penyebarannya luas. Misalnya suatu daerah yang ditutupi oleh endapan sedimen yang luas dan terletak pada suatu bidang horizontal di daerah dataran rendah.

Gambar 28. Pola aliran dendritik

Di Indonesia umumnya sungai dijadikan sebagai salah satu sumber air irigasi yang utama, hal ini disebabkan oleh beberapa faktor berikut:

1. Debit atau jumlah aliran airnya besar. Besarnya debit aliran sungai tidak konstan, sangat tergantung pada curah hujan.
2. Kualitas air dan suhu umumnya baik, karena banyak mengandung lumpur dan unsur hara terlarut yang berguna untuk menyuburkan tanaman, dan suhu air hampir sama dengan suhu atmosfer.
3. Pengambilan air mudah, tergantung topografi daerah sumber dan daerah pertanian yang memerlukan air irigasi.

Gambar 29. Sungai sebagai salah satu sumber air irigasi

Akhir-akhir ini, banyak terjadi penurunan kualitas air sungai tidak hanya terjadi di daerah hilir, tetapi juga di daerah hulu. Alih guna lahan hutan menjadi lahan pertanian dan pemukiman merupakan faktor utama penyebab terjadinya penurunan kualitas air sungai di daerah hulu melalui sedimentasi, penumpukan hara dan pencemaran bahan-bahan kimia pestisida.

Penurunan kualitas air sungai berpengaruh terhadap kesehatan manusia dan keberadaan makhluk hidup yang ada di perairan. Penumpukan unsur hara di perairan memicu pertumbuhan alga dan jenis tumbuhan air lainnya secara tak terkendali, sehingga menyebabkan matinya beberapa jenis makhluk hidup air yang merupakan sumber makanan bagi ikan. Akumulasi racun yang berasal dari pestisida, tidak hanya mengakibatkan kematian hewan air, tetapi juga membahayakan kehidupan manusia karena dapat menimbulkan berbagai jenis penyakit. Sementara itu, sedimentasi yang terjadi pada sungai mengakibatkan pendangkalan sehingga memicu terjadinya banjir.

Kualitas air adalah mutu air yang memenuhi standar untuk tujuan tertentu. Syarat yang ditetapkan sebagai standar mutu air berbeda-beda tergantung tujuan penggunaan, sebagai contoh, air yang digunakan untuk irigasi memiliki standar mutu yang berbeda dengan air untuk dikonsumsi. Kualitas air dapat diketahui nilainya dengan mengukur peubah fisika, kimia dan biologi.

Klasifikasi dan kriteria kualitas air di Indonesia diatur dalam Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001. Berdasarkan Peraturan Pemerintah tersebut, kualitas air diklasifikasi-kan menjadi empat kelas yaitu:

- Kelas I: dapat digunakan sebagai air minum atau untuk keperluan konsumsi lainnya
- Kelas II: dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air,

pembudidayaan ikan air tawar, peternakan dan mengairi tanaman

- Kelas III: dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan dan mengairi tanaman
- Kelas IV: dapat digunakan untuk mengairi tanaman

Ada dua jenis pendugaan kualitas air yaitu fisik-kima dan biologi. Monitoring kualitas air secara fisik dapat dilakukan dengan mengukur peubah-peubahnya seperti suhu, muatan sedimen, kecepatan aliran, ukuran batuan dasar sungai, turbiditas/kekeruhan, warna, bau, keadaan kanopi dan jenis vegetasi di sekitar sungai. Peubah-peubah yang digunakan pada pemantauan fisik merupakan informasi pendukung dalam penentuan kualitas air secara kimia dan biologi.

Suhu merupakan faktor penting dalam keberlangsungan proses biologi dan kimia yang terjadi di dalam air, seperti kehidupan dan perkembangbiakan organisme air. Suhu mempengaruhi kandungan oksigen di dalam air, proses fotosintesis tumbuhan air, laju metabolisme organisme air dan kepekaan organisme terhadap polusi, parasit dan penyakit. Pada kondisi air yang hangat, kapasitas oksigen terlarutnya berkurang. Oleh karena itu, pengukuran oksigen terlarut harus dilakukan pada tempat yang sama dengan pengukuran suhu.

Suhu air bervariasi antar kedalaman sungai,Lebar dan kedalaman sungai berpengaruh terhadap karakteristik fisik, kimia dan biologi sungai. Sungai yang lebar dan dangkal akan mendapatkan cahaya matahari lebih banyak sehingga suhu air sungai meningkat.

Kecepatan aliran sungai juga dipengaruhi oleh lebar dan kedalamannya. Sungai yang dalam dan lebar memiliki kecepatan aliran yang lebih besar.

Mengukur kekeruhan berarti menghitung banyaknya bahan-bahan terlarut di dalam air misalnya lumpur, alga (ganggang), detritus dan bahan-bahan

kotoran lainnya. Apabila kondisi air sungai semakin keruh, maka cahaya matahari yang masuk ke permukaan air

berkurang dan mengakibatkan menurunnya proses fotosintesis oleh tumbuhan air. Dengan demikian suplai oksigen yang diberikan oleh tumbuhan dari proses fotosintesis berkurang. Bahan-bahan terlarut dalam air juga menyerap panas yang mengakibatkan suhu air meningkat, sehingga jumlah oksigen terlarut dalam air berkurang.

Pengukuran total bahan terlarut perlu dilakukan dalam pengujian kualitas air. Rendahnya konsentrasi bahan terlarut mengakibatkan pertumbuhan organisme air terhambat karena kekurangan nutrisi. Namun, tingginya konsentrasi bahan terlarut dapat menyebabkan eutrofikasi atau matinya jenis-jenis organisme air.

Monitoring kualitas air secara kimia

Variabel yang diamati pada monitoring kualitas air secara kimia adalah keasaman (pH), oksigen terlarut, daya hantar listrik, kandungan nitrat, nitrit, amonia, fosfat, keberadaan bakteri dan kandungan bahan kimia lainnya sesuai dengan penggunaan air. Sebagian besar peubah dalam monitoring kualitas air secara kimia hanya dapat diketahui di laboratorium, karena memerlukan analisa tertentu.

Pengukuran kualitas air berdasarkan peubah kimia telah menjadi standar umum untuk mengetahui kualitas air karena:

- Hasil pengukuran secara langsung dapat menunjukkan jenis bahan pencemar yang menyebabkan penurunan kualitas air.
- Hasil pengukuran berupa nilai kuantitatif yang dapat dibandingkan dengan nilai ambang batas anjuran sehingga dapat menunjukkan tingkat pencemaran yang terjadi. Meskipun demikian, pengukuran peubah kimia

memiliki keterbatasan yaitu:

- Memerlukan biaya yang relatif mahal dan harus dilakukan di laboratorium
- Hasil pengukuran bersifat sesaat, karena hanya mewakili saat pengambilan contoh saja. Oleh karena itu, pengukuran harus dilakukan secara berulang-ulang dalam seri waktu
- Belum ada standarisasi teknik analisis, sehingga antara laboratorium satu dengan lainnya menggunakan cara yang berbeda-beda dan tentunya akan memberikan hasil yang berbeda-beda pula.
- Belum ada standarisasi nilai ambang batas jenis-jenis bahan pencemar yang diperbolehkan, sehingga masing-masing negara memiliki nilai ambang batas yang berbeda-beda.

Karakteristik sifat kimia

Beberapa variabel sifat kimia sumber air sungai yang perlu dianalisis untuk ukuran kualitasnya, yaitu:

- pH. pH menunjukkan tingkat keasaman air yang dapat ditunjukkan dengan kertas indikator atau kertas lakmus
- Skala pH berkisar antara 0-14, dengan kisaran sebagai berikut, (1) pH 7= netral, (2) pH <7= asam dan (3) pH >7= basa
- pH 6.5-8.2 merupakan kondisi optimum untuk makhluk hidup. pH yang terlalu asam atau terlalu basa akan mematikan makhluk hidup.
- pH dapat berubah antar musim, bahkan antar jam dalam satu hari.

Alkalinitas

- Pengukuran alkalinitas dilakukan untuk mengetahui kemampuan sungai dapat bertahan akibat perubahan pH. Pada ekosistem air tawar, nilai alkalinitas berkisar antara 20-200 ppm.

Hardness (Kekerasan air)

- Hardness menunjukkan total konsentration kation di dalam air, terutama kalsium (Ca^{2+}), magnesium (Mg^{2+}), besi (Fe^{2+}) dan mangan (Mn^{2+}). Tingginya konsentrasi kation-kation tersebut dapat menjadi permasalahan untuk air yang dikonsumsi.

Nitrat, Nitrit dan Amonia

- Merupakan bentuk unsur nitrogen yang terdapat di dalam air
- Berasal dari pupuk yang larut, kotoran hewan, dan lain-lain
- Berfungsi sebagai hara atau pupuk untuk tanaman air
- Kandungan yang tinggi di dalam air akan meningkatkan pertumbuhan dan aktivitas tumbuhan air sehingga kandungan oksigen di dalam air semakin berkurang dan menyebabkan hewan air sulit berkembang bahkan mati. Peristiwa ini disebut eutrofikasi.
- Kandungan yang tinggi di dalam air minum sangat berbahaya pada bayi, karena hemoglobin darah terikat oleh Nitrat, sehingga menyebabkan darah pada bayi kekurangan oksigen. Akibatnya bayi menjadi rentan terhadap penyakit hemoglobinosa.

Fosfat

- Merupakan bentuk dari unsur fosfor yang terdapat di dalam air
- Berasal dari detergent sisa cucian, kotoran hewan, pupuk yang terlarut, dan lain-lain
- Berfungsi sebagai hara untuk tanaman air, dan dapat mengakibatkan proses eutrofikasi

Oksigen terlarut/Dissolved Oxigen (DO)

- Merupakan oksigen yang ada di dalam air
- Berasal dari oksigen di udara dan hasil fotosintesis tumbuhan air
- Sangat dibutuhkan dalam kehidupan hewan dan tumbuhan air
- Kandungan oksigen di dalam air lebih sedikit dibandingkan dengan di udara
- Kandungan oksigen pada air yang bergerak lebih banyak dibandingkan dengan air yang tergenang
- Kandungan oksigen berbeda antar musim, bahkan antar jam dalam satu hari, dan berubah sesuai dengan suhu dan ketinggian tempat
- Kekurangan oksigen akan menyebabkan tumbuhan atau hewan air sulit untuk berkembang

Biological Oxygen Demand (BOD)

- BOD ialah jumlah oksigen yang digunakan mikroorganisme (bakteri) untuk menguraikan bahan-bahan organik di dalam air
- Jumlahnya tergantung pada pH, suhu, jenis mikroorganisme dan jenis bahan organik dan inorganik di dalam air
- Sumber BOD daun-daun dan potongan kayu pada air tergenang, tumbuhan atau hewan yang sudah mati, kotoran hewan, dan lain-lain
- Semakin tinggi BOD, semakin cepat oksigen di dalam air habis, sehingga akan membawa dampak negatif bagi perkembangan makhluk hidup yang ada di dalam air

Kandungan Coliform

- Coliform adalah bakteri yang terdapat di dalam saluran pencernaan dan membantu proses pencernaan
- Dapat berada di dalam sungai melalui perantara seperti mamalia, burung

atau saluran-saluran pembuangan

- Bersifat non patogenik
- Keberadaannya merupakan petunjuk bahwa pada sungai tersebut telah terdapat kotoran yang kemungkinan mengandung mikroba pathogen.
- Apabila kandungan coliform > 200 koloni per 100 ml air menunjukkan bahwa kemungkinan telah terdapat mikroorganisme pathogen pada air tersebut

Daya hantar listrik (DHL)

- Daya hantar listrik adalah kemampuan air untuk menghantarkan listrik
- Menunjukkan adanya bahan kimia terlarut seperti NaCl
- Konduktivitas air dapat meningkat dengan adanya ion-ion logam berat yang dilepaskan oleh bahan-bahan polutan

Danau dan waduk

Danau adalah cekungan besar di permukaan bumi yang digenangi oleh air, baik berupa air tawar ataupun air asin. Seluruh cekungan tersebut dikelilingi oleh daratan dan merupakan cadangan air yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan, antara lain untuk irigasi. Luas danau berbeda-beda tergantung pada keadaan topografi setempat, mulai dari yang berukuran beberapa puluh meter persegi hingga ribuan meter persegi.

Sedangkan waduk adalah danau buatan yang dibangun untuk menam-pung kelebihan air hujan pada musim hujan untuk dimanfaatkan sebagai sumber air irigasi dan keperluan lain pada musim kemarau.

Berdasarkan proses pembentukan danau, dapat dibedakan beberapa tipe danau sebagai berikut :

- Danau tektonik yaitu danau yang terbentuk akibat penurunan muka bumi karena pergeseran atau patahan;
- Danau vulkanik yaitu danau yang terbentuk akibat aktivitas vulkanik atau gunung berapi
- Danau tektovulkanik yaitu danau yang terbentuk akibat gabungan aktivitas tektonisme dan vulkanisme
- Danau bendungan alami yaitu danau yang terbentuk akibat lembah sungai yang terbendung oleh aliran lava pada saat terjadi erupsi
- Danau karst yaitu danau yang terbentuk akibat pelarutan batuan kapur
- Danau glasial yaitu danau yang terbentuk akibat mencairnya es atau keringnya daerah es yang kemudian terisi air
- Danau buatan yaitu danau yang terbentuk akibat aktivitas manusia

Gambar 30. Danau sebagai sumber air irigasi

Penggunaan danau atau waduk sebagai sumber air irigasi telah ba-nyak dilakukan. Beberapa kelebihan air danau atau waduk dibandingkan dengan sumber lain adalah :

- Sedikit atau tidak mengandung lumpur, karena sebagian besar lumpur telah mengendap ke dasar danau atau waduk;
- Banyak mengandung zat-zat terlarut yang berguna untuk pertumbuhan tanaman;
- Suhu air permukaan hampir sama dengan suhu udara atmosfir, tetapi suhu air di lapisan bawah relatif lebih rendah.

Air di bekas galian tambang (air kolong)

Bekas aktivitas galian tambang terbuka (*open mining*) biasa meninggalkan lubang-lubang besar pada permukaan tanah yang setelah penggalian ditinggalkan begitu saja. Bekas galian ini pada musim hujan akan penuh terisi air yang secara kuantitatif sangat potensial untuk dimanfaatkan sebagai air irigasi.

Pembentukan kolong dapat dilakukan dengan cara semprot (*hydraulic mining*) ataupun cara keruk (*dredging*). Kegiatan ini akan meninggalkan kolong-kolong yang berbeda bentuk, kedalaman, dan kecepatan reklamasinya, terutama dalam hal regenerasi biota. Kolong yang terbentuk dari lubang bekas galian tambang memiliki ukuran dan kedalaman yang berbeda tergantung jenis galiannya. Kedalaman kolong bervariasi mulai dari 1 hingga 21 m, namun umumnya kedalaman kolong di atas 5 m.

Di Propinsi Bangka Belitung bekas galian tambang timah dapat mencapai ukuran 80 x 40 x 5 meter. Sehingga air yang tertampung di dalam galian ini sebanyak 16.000 m^3, jumlah yang cukup untuk dimanfaatkan sebagai sumber air irigasi. Salah satu contoh air kolong adalah seperti pada Gambar 4.18.

Gambar 31. Sumber air permukaan di bekas penambangan

Danau bekas galian tambang tentunya banyak menimbulkan efek kimia dari penambangannya, seperti rendahnya derajat keasaman (pH), konsentrasi logam berat yang masih cukup tinggi dan beberapa elemen kualitas air lainnya masih di atas ambang batas seperti Fe, Al, Pb, dan Mn yang sangat tinggi.

Kondisi di atas menjadi memprihatinkan, manakala kolong menjadi sumber air baku untuk pengolahan air bersih. Kolong ini menjadi andalan untuk menyuplai air di Kepulauan Bangka Belitung. Dalam buku Lani Puspita dkk. tahun 2005, kolong di Indonesia secara teknis digolongkan menjadi tiga tipe berdasarkan tingkat kematangan biogeofisiknya, yaitu :

Kolong/danau bekas galian mentah (kolong usia muda)

Kolong atau danau bekas galian mentah yang berumur kurang dari 5 tahun. Seluruh kandungan unsur hara pada kolong ini sudah hilang/rusak. Kehidupan biologis di kolong ini hampir tidak ada karena seluruh unsur hara/mineralnya sudah hilang/rusak, sehingga dibutuhkan waktu yang panjang untuk suksesi lingkungan. Kegiatan perbaikan lingkungan atau reklamasi dapat dilakukan, namun diperlukan biaya yang besar dan jangka waktu yang panjang.

Kolong/danau bekas galian setengah matang (kolong usia sedang)

Kolong setengah matang yaitu kolong yang berumur antara 5 sampai 20 tahun. Di kolong ini mulai terdapat kehidupan biologis namun jenis spesies dan populasinya masih terbatas, karena air dalam kolong masih cukup banyak mengandung bahan pencemar.

Kolong/danau bekas galian matang (kolong usia tua)

Kolong galian matang yaitu kolong yang berumur lebih dari 20 tahun. Kondisi biogeofisik kolong ini sudah semakin normal seperti layaknya sebuah danau atau kolong tua. Keanekaragaman hayati kolong ini (plankton,

ikan, dan organisme akuatik lainnya) sudah menyerupai perairan tergenang alami. Air di kolong ini sudah dapat dimanfaatkan masyarakat bagi kehidupan sehari-hari. Walau begitu bukan berarti kolong ini telah bebas dari masalah, karena lapisan lumpur di dasar perairan diduga masih banyak mengandung bahan pencemar.

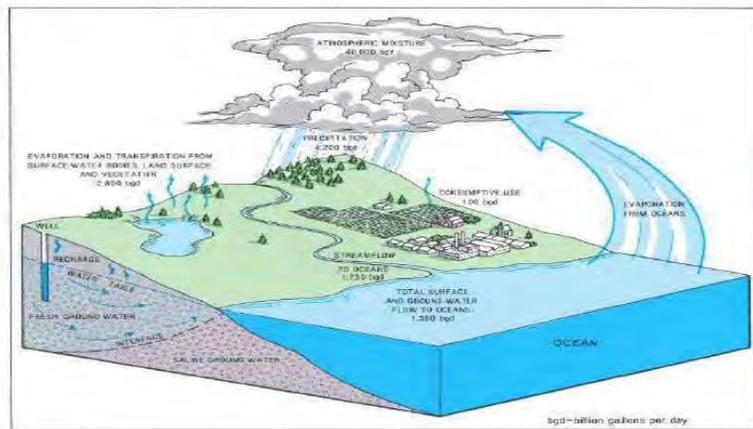
Air terjun

Air terjun merupakan air permukaan yang sangat potensial untuk dimanfaatkan sebagai sumber air irigasi. Terjunan air seperti ini pada umumnya belum terman-faatkan secara optimal. Dengan sedikit sentuhan teknologi berupa pembuatan bak penampung, pembuatan saluran terbuka (*open chanel*) atau saluran tertutup berupa pipa, maka air ini dapat dimanfaatkan untuk mengairi tanaman pangan, hortikultura, perkebunan maupun untuk memenuhi kebutuhan air untuk pengembangan peternakan.

Gambar 32. Air terjun sebagai sumber irigasi

Air tanah

Air hujan yang jatuh ke permukaan tanah sebagian akan masuk ke dalam tanah melalui proses infiltrasi membentuk cadangan air tanah. Cadangan air tanah terdapat dalam lapisan batuan yang porous, dimana air mudah

bergerak dari tempat-tempat yang tinggi ke tempat yang rendah. Lapisan porous terdiri dari krikil, pasir, tufa vulkanis, dan batu gamping. Cadangan air tanah dikenal sebagai lapisan air atau akifer. Berdasarkan keadaan dan letaknya, akifer dapat dibedakan dalam tiga kelompok, yaitu, (1) akifer bebas (*unconfined aquifer*), (2) akifer tertekan (*confined aquifer*) dan (3) akifer tumpang (*perched aquifer*).

Gambar 33. Air tanah

Akifer bebas

Akifer bebas adalah lapisan yang mengandung air tanah bebas. Lapisan ini di bagian bawah dibatasi oleh lapisan kedap air, akan tetapi di sebelah atasnya berupa muka air yang berhubungan dengan atmosfir. Lapisan akifer bebas yang mengandung air tanah bebas dan biasanya lapisan ini mengandung air dalam jumlah yang tak terbatas. Keadaan air tanah bebas sangat tergantung pada kapilaritas tanah.

Adapun sifat-sifat air tanah bebas adalah sebagai berikut;

- Akuifer berhubungan dengan zona aerasi yang menjadi permukaan air tanah bebas adalah batas antara zona aerasi dan zona yang jenuh dengan air tanah;

- Permukaan air tanah bebas akan selalu tampak tidak berubah pada saat tidak ada pengambilan air, akan tetapi jika berlangsungnya pengambilan air, maka perubahan permukaan akan terjadi secara perlahan-lahan, hal ini karena kepeka-an lapisan tanahnya terhadap air curah hujan serta keadaan aliran sungai;
- Permukaan air tanah bebas tidak dipengaruhi oleh tekanan udara dan pasang surut (*tidal effect*).

Akifer tertekan

Akifer tertekan adalah lapisan mengandung air yang pada bagian atas dan bawahnya dibatasi oleh lapisan kedap air, sehingga air tanah di dalamnya berada dalam keadaan tertekan. Air tanah pada akifer tertekan ditentukan oleh gradien antara titik pemasukan dan titik pengeluaran serta karakteristik lapisan akifernya

Adapun sifat-sifat air tanah tertekan adalah sebagai berikut:

- Permukaan air tanah tertekan tertutup dengan lapisan yang tidak dapat tembus air (*impermeable*).
- Sifat permukaannya terkekang dikarenakan berbagai tekanan;
- Permukaan air tanah tertekan akan menyebar secara sangat cepat dengan bervariasi sesuai dengan adanya kekuatan tekanan,
- Permukaan air tanah menjadi agak peka terhadap tekanan udara dan pengaruh pasang surut, namun demikian permukaan tadi tidak dipengaruhi banyak oleh air curah hujan dan keadaan aliran sungai.

Akifer tumpang

Akifer tumpang adalah lapisan mengandung air yang terletak di bagian atas lapisan kedap air dan biasanya tidak begitu luas, berada pada zona aerasi. Volume lapisan air tanah tumpang ini tidak banyak sehingga tidak dapat

diandalkan untuk dijadikan sebagai sumber air irigasi. Jika ada pengambilan air, maka air ini akan segera berkurang dan habis. Akifer ini akan terisi kembali jika ada sumpai dari hujan.

Keberadaan air tanah di dalam tanah seperti di atas sangat ter gantung dari curah hujan dan lapisan-lapisan tanah yang mudah dilalui dalam rembesan. Jika akan meman-faatkan air pada akifer ini, maka perlu dipelajari sifat-sifatnya, karena ada lapisan yang mudah ditembus air (*permeabel layer*) dan ada yang sulit ditembus air.

Adapun sifat-sifat akifer tumpang adalah sebagai berikut:

- Lapisan tanah yang mudah ditembus air umumnya memiliki lapisan pasir dan lapisan kerikil. Lapisan ini biasanya jenuh dengan air tanah dan lapisan seperti inilah yang disebut *aquifer* atau lapisan pengandung air tanah.
- Lapisan tanah yang sulit dilalui air tanah umumnya merupakan lapisan liat dan disebut lapisan kedap air *(aquiclude*), sedang lapisan yang menahan air umumnya merupakan lapisan batuan padas dan disebut lapisan kebal air (*aquifuge*).

Selain akifer terdapat ada juga lapisan-lapisan air yang terdapat pada retakan dari batuan yang disebut air celah atau *fissure water*. Air jenis ini jika dimanfaatkan sebagai sumber irigasi, kurang menguntungkan. Hal ini disebabkan beberapa hal:

- Hanya terdapat pada ruang celah sekunder atau zone retakan
- Tidak terjadi pembentukan akuifer dan distribusinya tidak teratur, pengisian kembali air ini hanya melalui zona celah dan retakan;
- Jenis akuifernya merupakan zona retakan yang terbentuk da lam batuan dasar atau batuan fragmen gunung api;
- Daerah tempat terjadinya air celah adalah di daerah bergunung-gunung dan di kaki gunung berapi, sehingga sulit untuk dimanfaatkan

- Cara pengambilannya harus melalui pemboran horisontal dan atau pembuatan terowongan yang sudah tentu memerlukan biaya banyak dan kehati-hatian.

Dengan karakteristik yang demikian, maka pemanfaatan air celah sebagai sumber irigasi tidak dapat atau sangat sukar untuk dilaksanakan.

Pemanfaatan air tanah

Air tanah yang terdapat di lapisan akifer dapat digunakan sebagai sumber air irigasi, namun dalam hal ini hendaknya diperhatikan kerugian-kerugian sebagai akibat pengambilan yang terus menerus atau secara berlebihan, seperti penurunan tanah dan masuknya air asin ke dalam air tanah, di samping akan mengeringkan lahan-lahan pertanian sebelum musim penghujan tiba.

Air tanah bebas dan air tanah tertekan umumnya dapat dimanfaatkan sebagai sumber air irigasi, terutama di daerah dataran dan daerah berteras, karena pada lapisan akifer air tanah terbentuk secara teratur, dan demikian pula distribusi dan pengisian kembali airnya. Pengambilan air tanah dapat dengan melalui pembuatan sumur, kolam penampung dan atau saluran pengumpul.

Pemanfaatan air tanah ini, sebagai sumber air irigasi harus didahului dengan penyelidikan kondisi air tersebut agar di kemudian hari tidak terjadi hal-hal yang merugikan. Pemanfaatan air tanah sebagai sumber irigasi belum banyak diterapkan di Indonesia, hal ini disebabkan:

- Pengetahuan masyarakat terutama petani tentang air tanah masih sangat kurang, sedang pemanfaatan melalui penggalian tanah atau sumur dan pemboran tidak dapat dilakukan secara sembarangan, mengingat kerugian material termasuk investasi (pembiayaan) dan

kerugian lain yang akan dihadapi di kemudian hari;

- Penggalian dan pemboran untuk mendapatkan sumber air tanah yang optimal untuk mencukupi kebutuhan air pengairan bagi pertanian harus didahului dengan berbagai penyelidikan dan penelitian yang lama dan serius.
- Lapisan akifer tanah keadaannya berbeda-beda, ada yang memiliki kandungan air tanah banyak dan ada pula yang sangat sedikit;
- Letak kedalaman lapisan akifer tanah berbeda-beda pula, demikian pula permukaan air tanahnya, ada yang dangkal dan ada pula yang dalam;
- Lapisan di atas akifer ada yang terbentuk dari bahan-bahan yang mudah digali atau dibor dan ada pula yang terbentuk dari bahan-bahan yang keras (bahan batuan) dan tebalnya masing-masing lapisan tersebut;
- Air tanah tidak selamanya terbebas dari pengaruh campuran dengan air asin dan bahan lainnya yang akan berpengaruh negatif bagi pertanian, terutama bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman.
- Untuk mendapatkan jumlah dan kualitas air tanah yang dapat dimanfaatkan untuk sumber air irigasi, diperlukan biaya yang besar dan membutuhkan teknologi mutakhir, dengan metode pendugaan listrik dan prospeksi seismis, survey penggalian, pengujian akuifer, pengujian kapasitas air yang ke luar melalui sumur, laju infiltrasi, jari-jari lingkaran pengaruh akifer, pengujian surutnya permukaan air secara bertahap, kerugian yang diakibatkan oleh pemanfaatan air tanah, dan bagaimana cara mengkonservasi air tanah di lahan-lahan pertanian, dan lain-lain.

Dengan memperhatikan uraian-uraian di atas, maka jelaslah bahwa pemanfaatan air tanah di Indonesia belum banyak dilakukan. Pemanfaatan sumber air tanah untuk irigasi dengan jalan membangun sumur bor, masih terbatas di beberapa daerah saja, seperti di daerah Nganjuk, Kediri, Sragen,

Sukoharjo, Bandung Selatan dan di luar Jawa dan Nusa Tenggara Timur.

Pemanfaatan air tanah sebagai sumber pengairan di NTT telah dapat menyulap lahan pesawahan tadah hujan menjadi lahan persawahan yang dapat berproduksi 2 kali dalam setahun dengan 1 kali tanaman palawija. Pemanfaatan air tanah sebagai sumber air pengairan di Bandung Selatan dengan jalan memasukkan pipa-pipa sedalam 40 sampai 60 meter, ternyata kurang memuaskan karena debit airnya kecil.

Pemanfaatan air tanah seperti dijelaskan di atas memang sangat diharapkan atau diperlukan, terutama di daerah pertanian tadah hujan, namun harus dilakukan secara bijaksana, tidak merusak dan tidak membuang biaya akibat kegagalan atau pengeluaran air tanah yang tidak memadai, tidak sesuai dengan yang diharapkan.

Efek negatif pemanfaatan air tanah sebagai sumber irigasi

Selain memiliki manfaat yang sangat berharga, penggunaan air tanah sebagai sumber air irigasi haruslah juga dapat menimbulkan dampak negatif di masa depan, terutama jika pengambilan air tanah dilakukan secara berlebihan.

Beberapa dampak negatif akibat pemanfaatan air tanah yang berlebihan antara lain;

1. Mengeringnya sumber air tanah. Ketersediaan air tanah sangat tergantung pada proses pengisian kembali (*recharge*), dan ini merupakan proses alamiah yang sangat tergantung pada kondisi iklim, terutama curah hujan. Jika pengambilan air tanah jauh melebihi kapasitas pengisian kembali, maka akan terjadi pengurangan volume air tanah dan hal ini akan berdampak pada penurunan tekanan air tanah. Penurunan permukaan air tanah dan penurunan tekanan air tanah akan berakibat pada penurunan kapasitas pemompaan dan apabila kejadian

penurunan ini melebihi suatu batas tertentu maka selain fungsi pemompaan akan hilang, pada kondisi yang ekstrem maka air tanah akan menjadi kering. Hal ini merupakan efek negatif akibatnya pemompaan air tanah dilakukan secara berlebihan, dimana jumlah air yang diambil melalui pemompaan melebihi kemampuan pengisian kembali.

Untuk mencegah mengeringnya sumber air tanah, beberapa tindakan harus dilakukan, antara lain:

- Pengambilan air tanah sebaiknya dilakukan secara seimbang dengan pengisiannya kembali;
- Pada lapisan yang dangkal pengambilan air tanah melalui pemompaan hendaknya dibatasi;
- Pada lapisan yang dangkal dengan kemampuan pengisian kembali yang besar dan kecepatan sirkulasi air tanahnya tinggi pemompaan memang dapat dilakukan secara besar, namun demikian pemompaan air tanah tersebut hendaknya dilakukan sampai batas maksimal tertentu saja, untuk menjamin konservasi air tanah di daerah itu.

2. Penurunan tanah. Pemompaan atau pengambilan air tanah tertekan yang dilakukan secara sembarangan pada akhirnya dapat menimbulkan penurunan tanah. Pengambilan air tanah di daerah dekat sungai, harus dilakukan secara seksama. Jika di daerah dekat laut menunjukkan terdapatnya lapisan liat tebal sebagai akibat pengendapan di daerah tersebut, maka pengambilan air tanah yang berlebihan pasti akan mengakibatkan penurunan tanah yang cukup besar.
3. Masuknya air laut ke daerah air tawar (*intrusi*). Penurunan permukaan air tanah dan penurunan tekanan air tanah yang terus menerus selain dapat mengakibatkan penurunan tanah, juga akan mengakibatkan penerobosan air laut ke dalam air tanah. Air laut yang terdapat atau telah

berada di bawah akuifer, jika berlangsungnya pemompaan air tanah yang menyebabkan permukaan airnya lebih rendah dari permukaan air laut, biasanya segera masuk lebih ke dalam menuju sumur-sumur atau bagian daratan, terlebih lagi kalau akuifernya tidak tebal. Kerugian akibat penerobosan air asin ini tidak hanya akan diderita oleh manusia dan tumbuh-tumbuhan saja (air minum, air bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman termasuk kepentingan peternakan dan perikanan darat) tetapi juga oleh berbagai industri dan bangunan, karena itu pemompaan air tanah bebas di daerah yang berdekatan dengan pantai hendaknya dibatasi sampai pada besar maksimal tertentu.

Masuknya air laut ke darat akan terjadi pula jika air tanah terkekang yang berada di pantai, terutama yang berada di mulut akuifer di laut, bertekanan lebih rendah dari tekanan air laut. Sehubungan dengan kecepatan sirkulasi air tanah terkekang di lapisan yang dalam lebih rendah, maka penerobosan air asin tersebut hanya berlangsung perlahan-lahan, namun demikian pengaruhnya terhadap berbagai kehidupan akan terasa demikian besar karena akuifer itu besar. Kecepatan penerobosan terasa demikian besar, jika air tanah itu berupa air celah.

Kualitas sumber air irigasi

Sifat dan kualitas air irigasi sangat berpengaruh terhadap keadaan tanah dan pertumbuhan tanaman. Untuk menghindari pengaruh buruk air irigasi terhadap tanah dan tanaman yang mendapat air irigasi, harus dilakukan analisa untuk mengetahui jumlah dan kualitas sumber air irigasi. Analisa umumnya dilakukan dengan mengambil contoh atau sampel air yang berasal dari lapangan. Analisa terhadap contoh air dilakukan untuk mengetahui kandungan zat-zat terlarut, sifat-sifat lumpur dan pH air. Kriteria terhadap kandungan zat terlarut yang membahayakan terhadap

tanah dan tanaman meliputi, (1) garam total, (2) kation dan anion dan (3) unsur-unsur mikro beserta lumpur yang dibawanya.

Kadar garam total

Penilaian terhadap garam total dapat dinyatakan sebagai tingkat daya hantar listrik (DHL) dengan satuan micro-mhos/cm atau sebagai kadar garam total dengan satuan part per million (ppm). Kadar garam total merupakan kriteria tunggal yang terpenting dalam penilaian sifat dan kualitas air irigasi. Hal ini disebabkan karena tingkat salinitas larutan tanah pada dasarnya ditentukan oleh salinitas air irigasi. Dengan demikian maka pertumbuhan tanaman dapat dihambat oleh kadar garam total daripada air irigasi. Kadar garam total dinyatakan dalam satuan ppm atau sebagai tingkat daya hantar listrik (DHL) dalam satuan micro-mhos per cm.

Penilaian terhadap kation dan anion

Salah satu kreiteria kualitas air irigasi adalah penilaian terhadap kation dan anion, khususnya kadar Na+ dan perbandingannya terhadap kation-kation lain. Terdapatnya unsur Natrium (Na+) dalam air irigasi dan tanah dalam bentuk yang dapat dipertukarkan meskipun dalam kadar yang sangat rendah dibanding dengan kation-kation yang lain, dapat mengakibatkan perubahan keadaan fisik dan kimiawi dalam tanah. Suatu indeks bahaya yang dapat ditimbulkan oleh kadar Na+ dalam bentuk persen Na dan bandingan adsorpsi natrium (SAR).

Persen natrium (%)

$$\%Na = \frac{Na^{+}}{Na^{+} + K^{+} + Ca^{2+} + Mg^{2+}} x100\%$$

Nilai bandingan adsorpsi natrium (SAR)

$$SAR = \frac{Na^{+}}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}}$$

Penilaian terhadap unsur mikro

Adanya unsur-unsur mikro dalam air irigasi, khususnya kadar Boron, Cl^{-} dan SO_4^{2-} dinyatakan dalam satuan ppm. Sedangkan kadar aluminium, besi dan lain-lain dinya-takan dalam mg/liter air. Adanya unsur Boron sebagai salah satu bahan racun tanaman dalam kadar yang relatif tinggi dalam air irigasi karena dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Pada air sungai, umumnya tidak terdapat bahan-bahan beracun lain selain Boron yang mungkin terdapat dalam jumlah yang tinggi, akan tetapi dari berbagai bahan buangan industri yang disalurkan ke sungai dapat sangat merugikan pertumbuhan tanaman. Untuk itu, sebelum digunakan sebagai air irigasi, kualitasnya, khususnya Boron harus dianalisa.

Hasil-hasil penilaian kualitas air irigasi kemudian diinterpretasikan untuk penilaian sifat dan kualitas air berdasarkan kriteria yang berlaku bagi klasifikasi air untuk irigasi, misalnya berdasarkan klasifikasi air irigasi menurut Scofield. Penilaian juga dilakukan terhadap sifat dan kadar lumpur melalui berbagai analisa, misalnya air dalam bentuk jumlah, sifat fisik dan kimianya, sedangkan tingkat keasaman air diukur dengan pH meter.

US-Salinity Laboratory Staff membagi kualitas air irigasi menjadi 3 kelas berdasarkan pada tingkat daya hantar listrik (DHL), kadar garam total, persen Natrium dan kadar unsur Boron. Air kelas 1 adalah baik untuk irigasi bagi hampir semua jenis-jenis tanaman pada keadaan normal. Air kelas 2 adalah air irigasi yang sesuai bagi sebagian besar tanaman, akan tetapi mungkin kurang baik bagi jenis-jenis tanaman tertentu.

Tabel 6. Klasifikasi air irigasi berdasarkan nilai SAR

Kelas Air	Nilai SAR	Keterangan
1	0 – 8	Sangat baik
2	8 – 16	Baik
3	16 – 26	Kurang baik
4	>26	Buruk

Tabel 7. Klasifikasi air irigasi menurut US-Salinity Laboratory

Kelas Air	DHL (mimosh/cm)	Kadar garam Total (ppm)	Na^+	Boron (ppm)
1	0 – 1000	0 – 700	0 – 60	0.0 – 0.5
2	1000 – 3000	700 – 2000	60 –75	0.5 – 2.0
3	> 3000	> 2000	> 75	>2.0

Air kelas 3 merupakan air irigasi yang dianggap kurang sesuai, bahkan dapat menghambat pertumbuhan sebagian besar jenis-jenis tanaman. Klasifikasi yang lebih terperinci dikemukakan oleh Scofield, dimana air irigasi digolongkan menjadi 5 kelas berdasarkan tingkat daya hantar listrik (DHL), kadar garam total, persentase Natrium, kadar ion-ion chlorida dan sulfat, serta kandungan unsur boron.

Air irigasi kelas 1 sampai kelas 3 merupakan air irigasi dengan sifat dan kualitas air yang sangat baik, baik dan agak baik. Kelas 4 dan kelas 5 adalah air irigasi dengan sifat dan kualitas yang kurang baik dan tidak sesuai bagi keperluan pertanian dan pertumbuhan tanaman pada umumnya.

Tabel 8. Klasifikasi air irigasi menurut Scofield

Kelas Air	DHL (micr/cm)	Na^+ (%)	Cl^- SO_4^{2-} (ppm)	Boron (ppm)
1	0 - 250	0 - 20	0 - 4	0.00 – 0,67
2	250 - 750	20 - 40	4 - 7	0.67 – 1.33
3	750 - 2000	40 - 60	7-12	1.33 - 2.00
4	2000 - 3000	60 - 75	12 - 20	2.00 – 2.50
5	>3000	> 75	>20	> 2.50

Pengukuran debit

Debit (kecepatan aliran) dan sedimen merupakan komponen penting yang berhubungan dengan kondisi sungai seperti erosi, sedimentasi, banjir dan longsor. Oleh harena itu, pengukuran debit dan sedimen harus dilakukan dalam monitoring kondisi sungai.

Debit merupakan jumlah air yang mengalir di dalam saluran atau sungai per unit waktu. Metode yang umum diterapkan untuk menetapkan debit sungai adalah metode profil sungai (*'cross section'*). Pada metode ini debit merupakan hasil perkalian antara luas penampang vertikal sungai (profil sungai) dengan kecepatan aliran air.

$$Q = A.V$$

dimana:

Q=Debit aliran (m/s);
A=Luas penampang vertikal (m);
V=Kecepatan aliran sungai (m/s)

Luas penampang diukur dengan menggunakan meteran dan piskal (tongkat bambu atau kayu) dan kecepatan aliran diukur dengan menggunakan 'current meter'.

Persiapan Pengukuran Debit

Sebelum mengadakan pengukuran, pemilihan lokasi merupakan hal penting yang harus diperhatikan, karena kesesuaian lokasi akan berpengaruh terhadap akurasi hasil pengukuran. Kriteria lokasi yang ideal untuk melakukan pengukuran adalah:

- Tidak ada pusaran air
- Profil sungai rata tanpa ada penghalang aliran air

- Arus sungai terpusat dan tidak melebar saat tinggi muka air naik, khusus untuk pengukuran pada sungai besar harus ada jembatan yang kuat

Perlengkapan yang perlu dipersiapkan adalah:

- Alat tulis (buku, pensil, dan spidol)
- Timer (stopwatch)
- Alat pengapung (bola tennis, bambu dengan pemberat)
- Meteran
- Benang atau tali
- Palu dan paku
- Tongkat bambu atau kayu
- Penggaris

Pelaksanaan pengukuran debit

Kegiatan yang dilakukan dalam pengukuran debit adalah pembuatan profil sungai dan pengukuran kecepatan aliran. Profil sungai atau bentuk geometri saluran sungai berpengaruh terhadap besarnya kecepatan aliran sungai, sehingga dalam perhitungan debit perlu dilakukan pembuatan profil sungai, dengan cara sebagai berikut:

- Pilih lokasi yang representatif (dapat mewakili) untuk pengukuran debit
- Ukur lebar sungai (penampang horisontal)
- Bagi lebar sungai menjadi 10-20 bagian dengan interval jarak yang sama (Gambar 2.1).
- Ukur kedalaman air di setiap interval dengan mempergunakan tongkat

Gambar 34. Penampang sungai

Dengan melakukan pengukuran profil sungai, maka luas penampang sungai dapat diketahui. Luas penampang sungai (A) merupakan penjumlahan seluruh bagian penampang sungai yang diperoleh dari hasil perkalian antara interval jarak horisontal dengan kedalaman air atau dapat dituliskan sebagai berikut:

$$A\ (m^2) = L_1D_1 + L_2D_2 + \dots + L_nD_n.$$

dimana:

A = luas (m^2)

L =lebar penampang horisontal (m);

D =Kedalaman (m)

Pengukuran debit

Kecepatan aliran sungai pada satu penampang saluran tidak sama. Kecepatan aliran sungai ditentukan oleh bentuk aliran, geometri saluran dan faktor-faktor lainnya. Kecepatan aliran sungai diperoleh dari rata-rata kecepatan aliran pada tiap bagian penampang sungai tersebut. Idealnya, kecepatan aliran rata-rata diukur dengan mempergunakan 'flow probe' atau 'current meter' Gambar 35 Alat ini dapat mengetahui kecepatan aliran

pada berbagai kedalaman penampang. Namun apabila alat tersebut tidak tersedia, kecepatan aliran dapat diukur dengan metode apung.

Gambar 35. Current Meter

Pengukuran debit dengan alat pengapung

Pengukuran debit dilakukan dengan jalan mengapungkan suatu benda misalnya bola tennis, pada lintasan tertentu sampai dengan suatu titik yang telah diketahui jaraknya. Pengukuran dilakukan oleh tiga orang yang masing-masing bertugas sebagai pelepas pengapung di titik awal, pengamat di titik akhir lintasan dan pencatat waktu perjalanan alat pengapung dari awal sampai titik akhir. Langkah pengukuran debit adalah sebagai berikut:

- Pilih lokasi pengukuran pada bagian sungai yang relatif lurus dan tidak banyak pusaran air. Bila sungai relatif lebar, bawah jembatan adalah tempat pengukuran yang cukup ideal
- Tentukan lintasan dengan jarak tertentu, kira-kira waktu tempuh benda yang diapungkan lebih kurang 20 detik.
- Buat profil sungai pada titik akhir lintasan.
- Catat waktu tempuh benda apung mulai saat dilepaskan sampai dengan garis akhir lintasan
- Ulangi pengukuran sebanyak tiga kali,
- Hitung kecepatan rata-ratanya

Kecepatan aliran merupakan hasil bagi antara jarak lintasan dengan waktu tempuh atau dapat dituliskan dengan persamaan:

$$V = \frac{L}{t}$$

dimana:

V = kecepatan (m/detik);
L=panjang lintasan (m);
t = waktu tempuh (detik)

Kecepatan yang diperoleh dari metode ini merupakan kecepatan maksimal sehingga perlu dikalikan dengan faktor koreksi kecepatan. Pada sungai dengan dasar yang kasar faktor koreksinya sebesar 0.75 dan pada dasar sungai yang halus faktor koreksinya 0.85, tetapi secara umum faktor koreksi yang dipergunakan adalah sebesar 0.65.

Pengukuran kecepatan aliran dengan Current-meter

Pengukuran kecepatan aliran dengan metode ini dapat menghasilkan perkiraan kecepatan aliran yang memadai. Prinsip pengukuran metode ini adalah mengukur kecepatan aliran tiap kedalaman pengukuran (d) pada titik interval tertentu dengan current meter. Langkah pengukurannya adalah sebagai berikut:

- Pilih lokasi pengukuran pada bagian sungai yang relatif lurus dan tidak banyak pusaran air. Bila sungai relatif lebar, bawah jembatan adalah tempat pengukuran cukup ideal sebagai lokasi pengukuran
- Bagilah penampang melintang sungai/saluran menjadi 10-20 bagian yang sama dengan interval tertentu

- Ukur kecepatan aliran pada kedalaman tertentu sesuai dengan kedalaman sungai pada setiap titik interval yang telah dibuat sebelumnya.
- Hitung kecepatan aliran rata-ratanya

Kedalaman sungai (m)	Kedalaman pengukuran	Perhitungan kecepatan rata-rata
0-0.6	0.6 d	V=V0.6
0.6-3	0.2 d dan 0.8 d	V=0.5(V0.2 + V0.8)
3-6	0.2 d, 0.6 d dan 0.8 d	V=0.25(V0.2 + V0.6+ V0.8)
> 6	S, 0.2 d, 0.6 d, 0.8 d dan B	V=0.1(V S+ 3V0.2+ 2V0.6+ 3V0.8+ Vb)

dimana:

d= kedalaman pengukuran;

S=permukaan sungai;

B= dasar sungai;

V= kecepatan (m/detik)

Debit yang dihitung merupakan jumlah total debit aliran pada setiap penampang atau dapat dituliskan dengan persamaan:

$$Q(m^3/detik = L_1 D_1 V_1 + L_2 D_2 V_2 + \cdots + L_n D_n V_n$$

dimana:

Q = debit (m /detik);

L = lebar interval (m);

D = kedalaman (m);

V =kecepatan rata-rata pada tiap titik kedalaman pengukuran (m/detik)

Monitoring debit

Monitoring debit sungai secara kontinyu sangat diperlukan untuk melakukan evaluasi kondisi sungai dalam jangka panjang. Metode yang digunakan dalam monitoring debit adalah metode lengkung debit atau rating curve. Rating curve merupakan persamaan garis yang menghubungkan tinggi muka air sungai (m) dengan besarnya debit air, sehingga debit dapat diduga melalui ukuran tinggi muka air sungai.

Pemantauan debit dalam jangka panjang dapat dilakukan dengan memperhatikan beberapa hal berikut:

- Pilih lokasi pada bagian sungai yang relatif lurus, tidak banyak pusaran air dan memiliki dasar sungai yang kuat. Tempat yang ideal adalah di bawah jembatan atau bendung irigasi
- Pembuatan rating curve harus mewakili variasi tinggi muka air yang mungkin terjadi
- Lakukan pengecekan profil sungai minimal setiap enam bulan sekali
- Lakukan pengecekan kecepatan aliran minimal satu tahun sekali

Analisa kualitas air irigasi

Kualitas air irigasi harus dapat menjamin agar tidak mengganggu pertumbuhan tanaman dan tanah. Untuk itu, kualitas air irigasi harus dipantau secara rutin. Untuk keperluan analisa di laboratorium, diperlukan contoh air yang berasal dari sumber air misalnya dari sungai, saluran irigasi, sumur dan mata air. Teknik pengambilannya adalah sebagai berikut:

- Contoh air dapat diambil dari sungai, saluran irigasi, sumur penduduk, sumur ladang dan sebagainya;
- Untuk analisa lengkap cukup diperlukan 1 liter contoh air, tetapi biasanya

diambil 2 liter dari satu tempat hal ini diperlukan untuk cadangan bila terjadi kegagalan analisa dan contoh air yang diambil ditempatkan dalam botol plastik untuk menghindari kontaminasi. Selanjutnya dikirim ke Laboratorium untuk analisa fisika dan kimia, analisa contoh air meliputi penentuan kation dan anion, derajat kemasaman (pH), daya hantar listrik (DHL), serta kandungan lumpur.

- Contoh air harus mewakili sumber air yang akan diteliti, untuk itu diperlukan ketelitian yang seksama yang dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :
  - Contoh air yang diambil dari suatu tempat yang diperoleh dari campuran beberapa contoh dikumpulkan dalam waktu yang berbeda
  - Pencampuran dan pengambilannya disesuaikan dengan keadaan setempat dan musim
  - Contoh air dari sungai sebaiknya diambil dari tempat yang airnya mengalir
  - Bila air diambil dari sumur pompa, diusahakan agar pengambilan contohnya setelah pompa dioperasikan beberapa saat;
  - Rentang waktu pengambilan dan analisa diusahakan sesing-kat mungkin untuk mencegah agar aktivitas kimia dan biologis tidak terjadi pada contoh air
- Tiap contoh air dimasukkan ke dalam botol plastik berukuran 2 liter dan diberi label keterangan tentang lokasi, waktu pengambilan dan tang-gal pengambilan
- Semua contoh air kemudian dikirim ke laboratorium dengan disertakan keterangan lain yang diperlukan, misalnya :
  - Jenis tanaman yang akan dibudidayakan
  - Luas areal yang diwakili
  - Ketinggian tempat dari permukaan laut
  - Kondisi dan gejala penyimpangan pada tanah dan tanaman
  - Kesan-kesan dari petani atau masyarakat sekitarnya.

f. Konservasi sumber air irigasi

Konservasi daerah aliran sungai

Pada pengelolaan sungai atau DAS indikator paling memungkinkan adalah melihat kondisi tata airnya. Yang dimaksud indikator air kondisi tata air yang meliputi:

- **Indikator kuantitas air**. Kondisi kuantitas air ini sangat berkaitan dengan kondisi tutupan vegetasi lahan di DAS yang bersangkutan. Bila tutupan vegetasi lahan DAS yang bersangkutan berkurang dapat dipastikan perubahan kuntitas air akan terjadi. Sehingga setiap pelaksanaan kegiatan yang bermaksud mengurangi tutupan lahan pada suatu tempat maka harus diiringi dengan usaha konservasi. Indikator ini dapat dilihat dari besarnya air limpasan permukaan maupun debit air sungai.
- **Indikator kualitas air**. Kondisi kualitas air disamping dipengaruhi oleh tutupan vegetasi lahan seperti pada kondisi kuantitas, tetapi juga dipengaruhi oleh buangan domestik, buangan industri, pengolahan lahan, pola tanam, dan lain-lain. Dengan demikian bila sistem pengelolaan limbah, pengolahan lahan, dan pola tanam dapat dengan mudah diketahui kejanggalannya dengan melihat indikator kualitas air. Kualitas air ini dapat dilihat dari kondisi kualitas air limpasan, air sungai ataupun air sumur.
- **Indikator perbandingan debit maksimum dan minimum**. Yang dimaksud disini adalah perbandingan antara debit puncak maksimum dengan debit puncak minimum sungai utama (di titik outlet DAS). Indikator ini mengisyaratkan kemampuan lahan untuk menyimpan. Bila kemampuan menyimpan air dari suatu daerah masih bagus maka fluktuasi debit air pada musim hujan dan kemarau adalah kecil.

Kemampuan menyimpan air ini sangat bergantung pada kondisi permukaan lahan seperti kondisi vegetasi, tanah, dan lain-lain.

- **Indikator muka air tanah**. Indikator ini dapat dilihat dari ketinggian muka air tanah di suatu lahan. Indikator muka air tanah ini mengisyaratkan besarnya air masukan ke dalam tanah dikurangi dengan pemanfaatan air tanah. Yang mempengaruhi besarnya air masuk kedalam tanah adalah vegetasi, kelerengan, kondisi tanahnya sendiri, dan lain-lain. Ketinggian muka air tanah ini dapat dilihat dari ketinggian muka air tanah dalam (*aquifer*) ataupun ketinggian air tanah dangkal (*non-aquifer*).
- **Indikator curah hujan**. Besarnya curah hujan suatu tempat sangat dipengaruhi oleh kondisi klimatologi daerah sekitarnya, sedangkan kondisi klimatologi ini dipengaruhi perubahan tutupan lahan, ataupun aktifitas lainnya. Sehingga bila terjadi perubahan secara besar pada tutupan lahan maka akan mempengaruhi klimatologi dan juga curah hujan yang terjadi.

Dengan demikian dengan mengetahui indikator tata air yang dapat dengan mudah dilihat dengan pengamatan masyarakat umum diharapkan dengan demikian kontrol pelaksanaan pembangunan dapat dilakukan dengan lebih terbuka. Sebagai gambaran bahwa suatu daerah aliran sungai dapat dikatakan masih baik apabila:

- Memberikan produksi tinggi bagi keperluan kehidupan dalam DAS yang bersangkutan
- Menjamin kelestarian DAS, dimana erosi yang terjadi dibawah erosi yang dapat ditoleransi
- Terdapat kelenturan, dimana bila terjadi gangguan pada salah satu bagian, maka bagian lain mampu memberikan supply / bantuan

- Bersifat pemerataan, dimana setiap stake holder yang ada di dalam DAS mampu berperan sesuai dengan kemampuan yang dipunyai dan mendapatkan imbalan yang sesuai.

Sedangkan dari aspek biofisik, suatu DAS dikatakan baik apabila:

- Debit sungai konstan dari tahun ke tahun
- Kualitas air baik dari tahun ke tahun
- Fluktuasi antara debit maksimum dan minimum kecil
- Ketinggian muka air tanah konstan dari tahun ke tahun
- Kondisi curah hujan tidak mengalami perubahan dalam kurun waktu tertentu

Konservasi Air Tanah

Pemanfaatan air tanah sebagai sumber air irigasi dapat dilakukan dalam batas-batas kewajaran sesuai dengan potensinya, namun harus di bawah batas ambang yang diijinkan, sesuai dengan hasil penelitian. Untuk mencegah kerugian yang timbul akibat pemanfaatan air tanah sebagai irigasi, terutama selama musim kemarau.

Pengendalian pengambilan air tanah

Dalam pengambilan air tanah, beberapa hal harus diperhatikan;

1. Pemompaan atau pengambilan air tanah yang akan berakibat pada mengeringnya sumber air tanah, baik secara tiba-tiba maupun perlahan-lahan, penurunan permukaan tanah atau intrusi air laut ke daratan, sedapat mungkin supaya dicegah.
2. Pemanfaatan air tanah bebas dalam lapisan yang dangkal dapat dilakukan agak leluasa karena kalaupun terjadi penurunan tanah

efeknya masih kecil. Pemanfa-atan air tanah bebas dalam lapisan yang dangkal terutama kalau daratannya rendah dan tidak terlalu jauh dari pantai, harus dilakukan dengan hati-hati untuk mencegah masuknya air laut. Demikian pula di daerah pasang surut, walaupun daratannya agak lebih jauh ke dalam dan terbebas dari genangan air sewaktu pa-sang berlangsung.

3. Pemanfaatan air tanah terkekang dalam lapisan yang dangkal, dengan pemom-paan hendaknya diatur sebagai berikut; (1) pengambilan air di zona aluvial, da-lam lapisan yang dangkal hendaknya tidak dilakukan secara bersamaan dengan pemompaan dari lapisan yang dalam dengan sumur dalam, dengan demikian penurunan tanah kemungkinan besar dapat dihindarkan; (2) Pemompaan air tanah terkekang dari mata airnya dapat agak leluasa dan tidak menimbulkan bahaya.
4. Pemanfaatan air tanah bebas di lapisan yang dalam dengan jalan pemompaan dapat dilakukan agak leluasa, kecuali di daerah pantai yang kadang-kadang me-nimbulkan penerobosan pada air tanah itu dengan kecepatan tinggi.
5. Pemompaan air tanah yang berupa air celah di kaki gunung berapi dan di daerah batu kapur pada umumnya dapat dilakukan agak leluasa, karena biasanya penurunan permukaan air tanah tidak terjadi. Pemanfaatan air tanah terkekang di lapisan yang dalam dengan jalan pemompaan, walaupun air tanah itu terdapat di dataran aluvium dengan lapisan-lapisan sedimen yang dalam, perlu memperhatikan batas-batas maksimal pengambilannya, karena pemompaan yang berlebihan dapat menyebabkan penurunan tanah.

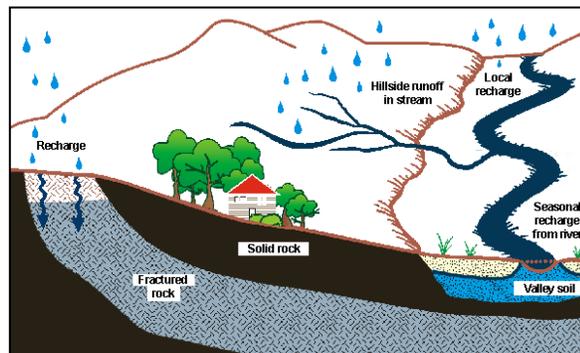
Pengisian kembali air tanah

Pengisian kembali air tanah dapat dilakukan dengan beberapa cara, antara lain (1) pengisian secara alami, (2) pengisian secara buatan.

Secara alami

Pada waktu hujan turun akan berlangsung proses infiltrasi air ke dalam tanah hingga mencapai akuifer yang telah berkurang kandungan airnya, sehingga permukaan air tanah meningkat kembali. Berbagai pemanfaatan dengan jalan pemompaan atau karena berlangsungnya aliran air tanah yang menjadikan air bergerak ke tempat-tempat yang bermata air, menjadikan permukaan air tanah meningkat kembali. Dengan demikian telah berlangsung pengisian lapisan akifer secara alami.

Bila telah terjadi proses penurunan tanah akibat pengambilan air tanah yang ber-lebihan, maka dalam proses pengisan kembali air tanah akan banyak terjadi penyimpangan, karena aliran air tanah yang bergerak dengan tekanan tinggi, tidak dapat bergerak dengan kecepatan seperti semula, terhalang oleh kemampuan peresapannya. Pada permukaan tanah yang turun, air akan membentuk genangan yang kerapkali menimbulkan limpahan yang cukup besar dibarengi dengan membawa/mengangkut partikel-partikel tanah yang dapat dikikisnya.

Karena infiltrasi berlangsung terus, mengakibatkan aliran air tanah bergerak terus, maka pada tempat-tempat yang terhalang akan terjadi penjebolan, dan air akan mengalir dari tempat tersebut mengikuti aliran, sebagian lagi akan mengisi akifer dan sisanya mengisi sungai dan celah yang terbentuk.

Gambar 36. Pengisian air tanah

Pengisian buatan

Pengisian kembali air tanah dapat juga dilakukan secara buatan (*artificial recharge*), hal ini bertujuan untuk mempertinggi besarnya pemanfaatan air tanah. Pengisian secara buatan dapat dilakukan dengan 3 cara, berikut:

- **Dengan cara penyebaran air**

  Cara ini dilakukan penyebaran air pada permukaan tanah sehingga air akan meresap dari permukaan tanah tersebut ke akuifer, yang pada dasarnya akan sama dengan pe-resapan air hujan ke dalam tanah. Pengisian ini mempunyai pengaruh langsung terhadap air tanah bebas pada lapisan yang dangkal. Pada pengisian air celah pada lapisan akifer yang cukup dalam dengan cara ini sangat efektif. Pengaturan penggenangan petak-petak persawahan dapat dimasukkan dalam pelaksanaan cara ini. Dengan demikian banyaknya petak persawahan yang terbentuk di suatu daerah dapat juga membantu usaha konservasi air terutama pada lapisan yang dangkal.

- **Dengan cara pengisian kembali melalui sumur.**

  Secara teknis pelaksanaannya agak sulit akan tetapi sangat efektif untuk pengisian kembali air tanah terkekang di lapisan yang dalam, karena hal-hal berikut :

  - Harus dibuatkan sumur yang tembus ke akufer, hal ini dapat dilakukan dengan pengeboran;
  - Air yang dialirkan ke dalam sumur itu harus yang bersih, untuk menghindarkan penyumbatan dan berkualitas baik dan dilaksanakan terus selama pengaliran memungkinkan.

3. Refleksi

Ketersediaan air irigasi merupakan persoalan pokok dalam bidang pertanian. Pada musim hujan, ketersediaannya lebih dari cukup, bahkan berlebihan, sehingga menye-babkan banjir. Namun pada musim kemarau, ketersediaanya sangat sedikit, dan di daerah tertentu dapat menyebabkan kekeringan dan membahayakan tanaman.

Ada berbagai sumber air yang dapat digunakan untuk kepentingan irigasi, seperti sungai, air tanah, danau dan sebagainya. Agar pertumbuhan dan perkembangan tanaman tidak terganggu, diperlukan pengelolaan sumber sumber air tersebut.

Untuk lebih memahami tentang Sumber-sumber Air Irigasi, hal-hal yang perlu Anda pelajari adalah (1) memahami Sumber Air Irigasi, (2) memahami Karakteristik Sumber Air Irigasi, (3) memahami Siklus hidrologi, 4) memahami Jenis-jenis sumber air irigasi, (5) Memahami kualitas air irigasi.

4. Tugas

Tugas bisa dilakukan secara individual maupun kelompok. Pahami materi pada Kegiatan Belajar 4 tentang Sumber Air irigasi. Tanyakan kepada guru, apabila ada hal-hal yang kurang dipahami. Cari informasi dari berbagai sumber tentang tentang Sumber Air irigasi. Setelah didapatkan berbagai informasi mengenai tentang Sumber Air irigasi, buatlah rangkuman untuk dibuat laporan atau dipresentasikan di depan kelas. Dengan bimbingan guru, informasi yang didapat dapat digunakan untuk melengkapi informasi yang didapat dari buku teks ini.

Lakukan tugas yang ada pada Lembar Kerja Peserta Didik

5. Tes Formatif

a. Apa permasalahan utama sumber daya air di Indonesia ?
b. Dalam praktik sehari-hari, sumber air irigasi dapat dibedakan menjadi 3 kelompok, jelaskan.
c. Apa yang dimaksud dengan siklus hidrologi ?
d. Bagaimana proses pembentukan hujan ?
e. Jelaskan 3 faktor utama pembentukan hujan !
f. Sebutkan jenis-jenis hujan yang umumnya terbentuk di daerah tropis!
g. Jelaskan cara perhitungan curah hujan !
h. Jelaskan apa yang dimaksud dengan intensitas curah hujan !
i. Apa yang dimaksud dengan sungai ?
j. Sebutkan pla-pola aliran pada sungai !
k. Jelaskan pembagian kelompok air sesuai dengan PP 82 tahun 2001.
l. Jelaskan parameter kualitas fisi air !

Kunci Jawaban :

a. Permasalahan utama ketersediaan sumber daya air di Indonesia merupakan persoalan pokok dalam bidang pertanian. Pada musim hujan, ketersediaannya lebih dari cukup, bahkan berlebihan, sehingga menyebabkan banjir. Namun pada musim kemarau, ketersediaanya sangat sedikit, dan di daerah tertentu dapat menyebabkan kekeringan dan membahayakan tanaman.
b. Dalam praktik sehari-hari sumber air dalam irigasi dapat digolongkan dalam 3 (tiga) golongan, yaitu, (1) mata air, (2) Air tanah, dan (3) Air sungai.
   - Mata air adalah air yang terdapat di dalam tanah, seperti sumur, air artesis, dan air tanah. Air tersebut banyak mengandung zat terlarut sehingga mineral bahan makan tanaman sangat kurang dan pada umumnya konstan.

- Air sungai yaitu air yang terdapat di atas permukaan tanah. Air tersebut banyak mengandung lumpur yang mengandung mineral sebagai bahan makan makanan, sehingga sangat baik untuk pemupukan dan juga suhunya lebih rendah daripada suhu atmosfer. Air sungai ini berasal dari dua macam sungai, yaitu sungai kecil yang debit airnya berubah-ubah dan sungai besar.
- Air Waduk, yaitu air yang terdapat di permukaan tanah, seperti pada sungai. Air waduk di sisni dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu waduk alami dan waduk buatan manusia. Air waduk juga dibedakan menjadi dua macam menurut keuntungan yang diperoleh, yaitu waduk multi purpose atau waduk dengan keuntungan yang diperoleh lebih dari satu.

c. Siklus hidrologi adalah perputaran air yang tidak pernah berhenti dari atmosfir ke bumi dan kembali lagi ke atmosfir melalui serangkaian proses seperti, evaporasi transpirasi, kondensasi dan turun sebagai hujan dipermukaan bumi mengisi tanah dan cekungan dipermukaan bumi. Kemudian menjadi sumber air yang diperlukan dalam kehidupan.

d. Proses terjadinya hujan diawali ketika sejumlah uap air di atmosfer bergerak ke tempat yang lebih tinggi oleh adanya perbedaan tekanan uap air. Uap air bergerak dari tempat dengan tekanan uap air lebih tinggi ke tempat dengan tekanan uap air lebih rendah di atmosfer. Uap air yang bergerak tersebut pada ketinggian tertentu akan mengalami penjenuhan dan jika diikuti dengan terjadinya kondensasi, maka uap air tersebut akan berubah bentuk menjadi butiran-butiran air hujan.

e. Proses berlangsungnya pembentukan hujan melibatkan tiga faktor utama, yaitu:
    - Kenaikan masa uap air ke tempat yang lebih atas sampai saatnya atmosfer menjadi jenuh.
    - Terjadi kondensasi atas partikel-partikel uap air kecil di atmosfer.

- Partikel-partikel uap air tersebut bertambah besar sejalan dengan waktu untuk kemudian jatuh ke bumi dan permukaan laut karena gaya gravitasi.

f. Berdasarkan proses pembentukan hujan yang umum dijumpai di daerah tropis dapat dibedakan menjadi tiga tipe, yaitu (1) hujan konvektif, (2) hujan frontal, (3) hujan orografik

g. Perhitungan curah hujan dapat dilakukan untuk waktu harian, bulanan, dan tahunan pada suatu tempat dapat digunakan tiga cara, yaitu, (1) rata-rata aritmatik, (2) poligon Thiessen, dan (3) isohyet.

h. Intensitas hujan adalah jumlah hujan per satuan waktu. Untuk mendapatkan nilai intensitas hujan di suatu tempat maka alat penakar hujan yang digunakan harus mampu mencatat besarya volume hujan dan waktu mulai berlangsungnya hujan sampai hujan tersebut berhenti. Dalam hal ini alat penakar hujan yang dapat diman-faatkan adalah alat penakar hujan otomatis. Alat penakar hujan standar juga dapat digunakan asal waktu selama hujan berlangsung diketahui. Intensitas hujan atau jumlah hujan per satuan waktu biasa dinyatakan dalam satuan milimeter per jam.

i. Sungai adalah torehan atau guratan bentukan alam di permukaan bumi yang terbentang dari pegunungan sampai ke laut. Daerah dimana sungai memperoleh air merupakan suatu daerah penangkapan hujan yang biasanya disebut dengan daerah aliran sungai (DAS).

j. Pola aliran sungai yang terdapat antara lain (1) radial, (2) rectangular, (3) trellis dan (4) dendritik.

k. Klasifikasi dan kriteria kualitas air di Indonesia diatur dalam Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001. Berdasarkan Peraturan Pemerintah tersebut, kualitas air diklasifikasi-kan menjadi empat kelas yaitu:

  - Kelas I: dapat digunakan sebagai air minum atau untuk keperluan konsumsi lainnya
  - Kelas II: dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan dan mengairi tanaman

- Kelas III: dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan dan mengairi tanaman
- Kelas IV: dapat digunakan untuk mengairi tanaman

l. Parameter kualitas air secara fisik adalah dengan mengukur parameter seperti suhu, muatan sedimen, kecepatan aliran, ukuran batuan dasar sungai, turbiditas/kekeruhan, warna, bau, keadaan kanopi dan jenis vegetasi.

C. Penilaian

Pada Kegiatan Belajar Pembelajaran 4 Sumber Air Irigasi, penilaian terdiri dari penilaian sikap, penilaian pengetahuan, penilaian keterampilan.

1. Penilaian Sikap

Penilaian sikap terdiri dari penilaian sikap spiritual dan sikap sosial (Teliti). Lembaran ini diisi oleh guru/peserta didik/teman peserta didik, untuk menilai sikap peserta didik. Berilah tanda cek (√) pada kolom skor sesuai sikap yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria (rubrik) sebagai berikut :

4 = selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan
3 = sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan
2 = kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan
1 = tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Skor akhir menggunakan skala 1 sampai 4

Perhitungan skor akhir menggunakan rumus :

$$\text{Skor Akhir} = \frac{\text{Perolehan Skor}}{\text{Skor tertinggi}} \times 4$$

Contoh :

Skor diperoleh 14, skor tertinggi 4 x 5 pernyataan = 20, maka skor akhir :

$$\text{Skor Akhir} = \frac{14}{20} \times 4 = 2.8$$

Peserta didik memperoleh nilai :

Sangat Baik : apabila memperoleh skor 3.20 – 4.00 (80 – 100)

Baik : apabila memperoleh skor 2.80 – 3.19 (70 – 79)

Cukup : apabila memperoleh skor 2.40 – 2.79 (60 – 69)

Kurang : apabila memperoleh skor kurang 2.40 (kurang dari 60%)

a. Sikap Spiritual

Nama Peserta Didik : …………………

Kelas : …………………

Tanggal Pengamatan : …………………..

Materi Pokok : …………………..

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
1.	Berdoa sebelum dan sesudah melakukan sesuatu				
2.	Memberi salam pada saat awal dan akhir presentasi sesuai agama yang dianut				
3.	Mengucapkan syukur ketika berhasil mengerjakan sesuatu.				
4.	Berserah diri (tawakal) kepada Tuhan setelah berikhtiar atau melakukan usaha				
5.	Memelihara hubungan baik dengan sesama umat ciptaan Tuhan Yang Maha Esa				
Jumlah Skor					

b. Sikap Sosial (Teliti)

Nama Peserta Didik : …………………
Kelas : …………………
Tanggal Pengamatan : …………………..
Materi Pokok : …………………..

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
1.	Teliti dalam membaca buku teks				
2.	Teliti dalam mencari bahan informasi				
3.	Teliti dalam membaca bahan informasi				
4.	Teliti pada saat praktek				
5.	Teliti dalam membuat laporan/ presentasi				
Jumlah Skor					

2. Penilaian Pengetahuan

Penilaian pengetahuan terdiri dari Penilaian Tugas dan Penilaian Tes Tertulis.

a. Penilaian Tugas

Penilaian tugas berupa penilaian laporan dan atau penilaian presentasi hasil tugas. Lembaran ini diisi oleh guru, untuk menilai hasil tugas peserta didik. Berilah tanda cek (√) pada kolom skor sesuai nilai tugas yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria (rubrik) sebagai berikut

No.	**Aspek Yang Dinilai**	**Nilai**			
		1	**2**	**3**	**4**
1.	Pemahaman materi pada buku teks	Tidak dipahami	Kurang dipahami	Hampir dipahami	Dipahami
2.	Hasil Pengumpulan informasi	Tidak sesuai	Kurang sesuai	Hampir sesuai	Sesuai
3.	Penyusunan Laporan	Tidak sesuai	Kurang sesuai	Hampir sesuai	Sesuai
4.	Presentasi	Tidak sesuai	Kurang sesuai	Hampir sesuai	Sesuai

Nama Peserta Didik : …………………..

Kelas : …………………..

Tanggal Pengamatan : …………………...

Materi Pokok : …………………...

No	Aspek Pengamatan	Skor (S)				Nilai
		1	2	3	4	
1.	Pemahaman materi pada buku teks					
2.	Hasil Pengumpulan informasi					
3.	Penyusunan Laporan					
4.	Presentasi					
Jumlah Tertinggi						

Catatan : Apabila tidak menggunakan presentasi, maka Skor Tertinggi adalah = 3 X 4 = 12 , sedang apabila menggunakan presentasi, maka Skor Tertinggi adalah = 4 X 4 = 16.

b. Penilaian Tes Tertulis

No	Soal Tes Tertulis	Skor
1.	Apa permasalahan utama sumber daya air di Indonesia ?	
	Permasalahan utama ketersediaan sumber daya air di Indonesia merupakan persoalan pokok dalam bidang pertanian. Pada musim hujan, ketersediaannya lebih dari cukup, bahkan berlebihan, sehingga menyebabkan banjir. Namun pada musim kemarau, ketersediaanya sangat sedikit, dan di daerah tertentu dapat menyebabkan kekeringan dan membahayakan tanaman.	
2.	Dalam praktik sehari-hari, sumber air irigasi dapat dibedakan menjadi 3 kelompok, jelaskan.	
	Dalam praktik sehari-hari sumber air dalam irigasi dapat digolongkan dalam 3 (tiga) golongan, yaitu, (1) mata air, (2) Air tanah, dan (3) Air sungai. • Mata air adalah air yang terdapat di dalam tanah, seperti sumur, air artesis, dan air tanah. Air tersebut banyak mengandung zat terlarut sehingga mineral bahan makan tanaman sangat kurang dan pada umumnya konstan. • Air sungai yaitu air yang terdapat di atas permukaan	

	tanah. Air tersebut banyak mengandung lumpur yang mengandung mineral sebagai bahan makan makanan, sehingga sangat baik untuk pemupukan dan juga suhunya lebih rendah daripada suhu atmosfer. Air sungai ini berasal dari dua macam sungai, yaitu sungai kecil yang debit airnya berubah-ubah dan sungai besar. • Air Waduk, yaitu air yang terdapat di permukaan tanah, seperti pada sungai. Air waduk di sisni dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu waduk alami dan waduk buatan manusia. Air waduk juga dibedakan menjadi dua macam menurut keuntungan yang diperoleh, yaitu waduk multi purpose atau waduk dengan keuntungan yang diperoleh lebih dari satu.	
3.	Apa yang dimaksud dengan siklus hidrologi ?	
	Siklus hidrologi adalah perputaran air yang tidak pernah berhenti dari atmosfir ke bumi dan kembali lagi ke atmosfir melalui serangkaian proses seperti, evaporasi transpirasi, kondensasi dan turun sebagai hujan dipermukaan bumi mengisi tanah dan cekungan dipermukaan bumi. Kemudian menjadi sumber air yang diperlukan dalam kehidupan.	
4.	Jelaskan 3 faktor utama pembentukan hujan !	
	Proses berlangsungnya pembentukan hujan melibatkan tiga faktor utama, yaitu: • Kenaikan masa uap air ke tempat yang lebih atas sampai saatnya atmosfer menjadi jenuh. • Terjadi kondensasi atas partikel-partikel uap air kecil di atmosfer. • Partikel-partikel uap air tersebut bertambah besar sejalan dengan waktu untuk kemudian jatuh ke bumi dan permukaan laut karena gaya gravitasi.	
5.	Sebutkan jenis-jenis hujan yang umumnya terbentuk di daerah tropis!	
	Berdasarkan proses pembentukan hujan yang umum dijumpai di daerah tropis dapat dibedakan menjadi tiga tipe, yaitu (1) hujan konvektif, (2) hujan frontal, (3) hujan orografik	
6.	Jelaskan cara perhitungan curah hujan !	
	Perhitungan curah hujan dapat dilakukan untuk waktu harian, bulanan, dan tahunan pada suatu tempat dapat digunakan tiga cara, yaitu, (1) rata-rata aritmatik, (2) poligon Thiessen, dan (3) isohyet.	
7.	Jelaskan apa yang dimaksud dengan intensitas curah hujan !	
	Intensitas hujan adalah jumlah hujan per satuan waktu.	

	Untuk mendapatkan nilai intensitas hujan di suatu tempat maka alat penakar hujan yang digunakan harus mampu mencatat besarya volume hujan dan waktu mulai berlangsungnya hujan sampai hujan tersebut berhenti. Dalam hal ini alat penakar hujan yang dapat diman-faatkan adalah alat penakar hujan otomatis. Alat penakar hujan standar juga dapat digunakan asal waktu selama hujan berlangsung diketahui. Intensitas hujan atau jumlah hujan per satuan waktu biasa dinyatakan dalam satuan milimeter per jam.	
8.	Apa yang dimaksud dengan sungai ?	
	Sungai adalah torehan atau guratan bentukan alam di permukaan bumi yang terbentang dari pegunungan sampai ke laut. Daerah dimana sungai memperoleh air merupakan suatu daerah penangkapan hujan yang biasanya disebut dengan daerah aliran sungai (DAS).	
9.	Sebutkan pola-pola aliran pada sungai !	
	Pola aliran sungai yang terdapat antara lain (1) radial, (2) rectangular, (3) trellis dan (4) dendritik.	
10.	Jelaskan pembagian kelompok air sesuai dengan PP 82 tahun 2001	
	Klasifikasi dan kriteria kualitas air di Indonesia diatur dalam Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001. Berdasarkan Peraturan Pemerintah tersebut, kualitas air diklasifikasi-kan menjadi empat kelas yaitu: • Kelas I: dapat digunakan sebagai air minum atau untuk keperluan konsumsi lainnya • Kelas II: dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan dan mengairi tanaman • Kelas III: dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan dan mengairi tanaman • Kelas IV: dapat digunakan untuk mengairi tanaman	
11.	Jelaskan parameter kualitas fisik air !	
	Parameter kualitas air secara fisik adalah dengan mengukur parameter seperti suhu, muatan sedimen, kecepatan aliran, ukuran batuan dasar sungai, turbiditas/kekeruhan, warna, bau, keadaan kanopi dan jenis vegetasi.	
	Skor Tertinggi	100

$$\text{Nilai tes tertulis peserta didik} = \frac{\text{Skor yang diperoleh peserta didik}}{\text{Skor Tertinggi}} \times 100$$

3. Penilaian Keterampilan

Penilaian keterampilan terdiri dari penilaian praktek pada saat melaksanakan lembar lerja.

Lembaran ini diisi oleh guru, untuk menilai keterampilan peserta didik. Berilah tanda cek (√) pada kolom skor sesuai kemampuan yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria (rubrik) sebagai berikut :

4 = dilaksanakan dengan cara yang benar, dan lancar

3 = dilaksanakan dengan cara yang benar, namun tidak lancar

2 = dilaksanakan, namun caranya salah

1 = tidak dilaksanakan

No	Aspek yang dinilai	Skor				Nilai
		1	2	3	4	
1.	Menentukan jenis system irigasi					
2.	Mengenali komponen-komponen system irigasi					
3.	Menjelaskan prinsip kerja					
4.	Catatan sumber air irgasi, kapasitas dan pembagian air					
5.	Laporan dan presentasi					
	Jumlah skor					

$$\text{Nilai tes pratek peserta didik} = \frac{\text{Skor yang diperoleh peserta didik}}{\text{Skor Tertinggi}} \times 100$$

Kegiatan Pembelajaran 4. Kebutuhan Air Irigasi

A. Deskripsi

Kegiatan Pembelajaran 4 tentang Kebutuhan Air Irigasi berisikan 5 materi yang dibahas secara runtun, yaitu (1) Pengantar kebutuhan air tanaman, (2) Evaporasi, transpirasi dan evapotranspirasi, (3) Faktor-faktor yang mempengaruhi kebutuhan Air Irigasi, (4) Konsep evapotranspirasi Kebutuhan air tanaman dan irigasi

B. Kegiatan Belajar

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari kegiatan pembelajaran 4 Kebutuhan Air Irigasi diharapkan Anda dapat menganalisis kebutuhan air irigasi.

2. Uraian Materi

Kebutuhan Air irigasi

Kebutuhan air irigasi adalah jumlah volume air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan evapontranspirasi, kehilangan air, kebutuhan air untuk tanaman dengan memperhatikan jumlah air yang diberikan oleh alam melalui hujan dan kontribusi air tanah.

Kebutuhan air sawah untuk padi ditentukan oleh faktor-faktor berikut :

- penyiapan lahan
- penggunaan konsumtif
- perkolasi dan rembesan
- pergantian lapisan air

- curah hujan efektif.

Kebutuhan air di sawah dinyatakan dalam mmlhari atau ltldt/ha. Kebutuhan air belum termasuk efisiensi di jaringan tersier dan utama. Efisiensi dihitung dalam kebutuhan pengambilan air irigasi.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kebutuhan air irigasi

a. Topografi

Keadaan topografi mempengaruhi kebutuhan air irigasi. Untuk lahan yang miring membutuhkan air yang lebih banyak dari pada lahan yang datar, karena air akan lebih cepat mengalir menjadi aliran permukaan dan hanya sedikit yang mengalami infiltrasi, dengan kata lain kehilangan air di lahan miring akan lebih besar.

b. Hidrologi

Jumlah curah hujan mempengaruhi kebutuhan air, makin banyak curah hujannya, maka makin sedikit kebutuhan air irigasi, hal ini di karenakan hujan efektif akan menjadi besar.

1) Klimatologi

Kondisi cuaca adalah salah satu syarat yang penting untuk pengelolaan pertanian. Tanaman tidak dapat bertahan dalam kondisi cuaca yang buruk, dengan memperhatikan keadaan cuaca dan cara pemanfaatannya, maka dapat dilaksanakan penanaman tanaman yang tepat untuk periode yang tepat dan sesuai dengan keadaan tanah. Cuaca dapat digunakan untuk rasionalisasi penentuan laju evaporasi dan evapotranspirasi, hal ini sangat bergantung pada jumlah jam penyinaran mataharid an radiasi matahari.

Untuk penentuan tahun/periode dasar bagi rancangan irigasi harus dikumpulkan data curah hujan dengan jangka waktu yang cukup lama. Disamping data curah hujan diperlukan juga pengkajian tentang evapotranspirasi, kecepatan angin, arah angin, suhu udara, jumlah jam penyinaran matahari dan kelembaban.

2) Tekstur tanah

Selain membutuhkan air, tanaman juga membutuhkan tempat untuk tumbuh yang dalam tehnik irigasi dinamakan tanah. Tanah yang baik untuk usaha pertanian ialah tanah yang mudah dikerjakan dan bersifat produktif serta subur. Tanah yang baik tersebut memberi kesempatan pada akar tanaman untuk tumbuh dengan mudah, menjamin sirkulasi air dan udara serta baik pada zona perakaran dan secara relatif memiliki persediaan hara dan kelembaban tanah yang cukup.

Tanaman membutuhkan air. Oleh karena itu, pada zone perakaran perlu tersedia lengas tanah yang cukup. Tetapi walaupun kelembaban tanah perlu dipelihara, air yang diberikan tidak boleh berlebih. Pemberian air harus sesuai dengan kebutuhan dan sifat tanah serta tanaman.

3) Kebutuhan Air Tanaman

Kebutuhan air tanaman dipengaruhi oleh faktor-faktor evaporasi, transpirasi yang kemudian dihitung sebagai evapotranspirasi.

4) Evaporasi

Evaporasi adalah suatu peristiwa perubahan air menjadi uap. Dalam proses penguapan air berubah menjadi uang dengan adanya energi panas matahari. Laju evaporasi dipengaruhi oleh faktor lamanya penyinaran matahari, udara yang bertiup (angin), kelembaban udara, dan lain-lain.

5) Transpirasi

Transpirasi adalah suatu proses pada peristiwa uap air meninggalkan tubuh tanaman dan memasuki atmosfir. Fakta iklim yang mempengaruhi laju transpirasi adalah : intensitas penyinaran matahari, tekanan uap air di udara, suhu, kecepatan aingin.

Transpirasi dari tubuh tanaman pada siang hari dapat melampaui evaporasi dari permukaan. air atau permukaan tanah basah, tetapi sebaliknya pada malam hari lebih kecil bahkan tidak ada transpirasi.

6) Evapotranspirasi

Evapotranspirasi sering disebut sebagai kebutuhan konsumtif tanaman yang merupakan jumlah air untuk evaporasi dari permukaan areal tanaman dengan air untuk transpirasi dari tubuh tanaman.

7) Air yang Diperlukan Tanaman dan Pemakaian Air

Penggunaan konsumtif adalah jumlah total air yang dikonsumsi tanaman untuk penguapan (*evaporasi*), transpirasi dan aktivitas metabolisme tanaman. Kadang-kadang istilah itu disebut juga sebagai

evapotranspirasi tanaman. Jumlah evapotranspirasi kumulatif selama pertumbuhan tanaman yang harus dipenuhi oleh air irigasi, dipengaruhi oleh jenis tanaman, radiasi surya, sistem irigasi, lamanya pertumbuhan, hujan dan faktor lainnya. Jumlah air yang ditranspirasikan tanaman tergantung pada jumlah lengas yang tersedia di daerah perakaran, suhu dan kelembaban udara, kecepatan angin, intensitas dan lama penyinaran, tahapan pertumbuhan, tipe dedaunan.

Ada dua metoda untuk mendapatkan angka penggunaan konsumtif tanaman, yakni (a) pengukuran langsung dengan lysimeter bertimbangan (weighing lysimeter) atau tidak bertimbangan secara tidak langsung dengan menggunakan rumus empirik berdasarkan data unsur cuaca.

Secara tidak langsung dengan menggunakan rumus empirik berdasarkan data unsur cuaca, pertama menduga nilai evapotranspirasi tanaman acuan (ETo). ETo adalah jumlah air yang dievapotranspirasikan oleh tanaman rumputan dengan tinggi 15~20 cm, tumbuh sehat, menutup tanah dengan sempurna, pada kondisi cukup air. Ada berbagai rumus empirik untuk pendugaan evapotranspirasi tanaman acuan (ETo) tergantung pada ketersediaan data unsur cuaca, antara lain: metoda Blaney-Criddle, Penman, Radiasi, Panci evaporasi (FAO, 1987).

Kebutuhan air irigasi adalah jumlah volume air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan evapontranspirasi, kehilangan air, kebutuhan air untuk tanaman dengan memperhatikan jumlah air yang diberikan oleh alam melalui hujan dan kontribusi air tanah.

Analisis kebutuhan air irigasi merupakan salah satu tahap penting yang diperlukan dalam perencanaan dan pengelolaan sistern irigasi. Kebutuhan air tanaman didefinisikan sebagai jumlah air yang

dibutuhkan oleh tanaman pada suatu periode untuk dapat tumbuh dan produksi secara normal. Kebutuhan air nyata untuk areal usaha pertanian meliputi evapotranspirasi (ET), sejumlah air yang dibutuhkan untuk pengoperasian secara khusus seperti penyiapan lahan dan penggantian air, serta kehilangan selama pemakaian.

Sehingga kebutuhan air dapat dirumuskan sebagai berikut;

$$KAI = ET + KA + KK$$

Dimana,

KAI = Kebutuhan Air Irigasi
ET = Evapotranspirasi
KA = Kehilangan air
KK = Kebutuhan Khusus

Misalnya evapotranspirasi suatu tanaman pada suatu lahan tertentu pada suatu periode adalah 5 mm per hari, kehilangan air ke bawah (*perkolasi*) adalah 2 mm per hari dan kebutuhan khusus untuk penggantian lapis air adalah 3 mm per hari maka. kebutuhan air pada periode tersebut dapat dihitung sebagai berikut :

KAI = 5 mm + 2 mm + 3 mm, maka
KAI = 10 mm perhari

Untuk memenuhi kebutuhan air ingasi terdapat dua sumber utama. yaitu pemberian air irigasi (PAI) dan hujan efektif (HE). Disamping itu terdapat sumber lain yang dapat dimanfaatkan adalah kelengasan yang ada di daerah perakaran serta kontribusi air bawah permukaan. Pemberian Air Irigasi dapat dipandang sebagai kebutuhan air dikurangi hujan efektif dan sumbangan air tanah.

$$PAI = KAI - HE - KAT$$

dimana,

PAI = pemberian air irigasi

KAI = Kebutuhan air

HE = Hujan efektif

KAT = Kontribusi air tanah

Sebagai contoh misalnya kebutuhan air pada suatu periode telah dihitung sebesar 10 mm per hari, sumbangan hujan efektif pada periode tersebut juga telah dihitung sebesar 3 mm per hari dan kontribusi air tanah adalah 1 mm per hari, maka air yang perlu diberikan adalah :

PAI = 10 – 3 -1
PAI = 6 mm per hari

Dalam buku ini akan dibedakan antara kebutuhan air irigasi untuk tanaman padi atau sawah dan kebutuhan air untuk tanaman selain padi atau tanaman palawija.

8) Kebutuhan Air Padi di Sawah

Analisis kebutuhan air untuk tanaman padi di sawah dipengaruhi oleh beberapa faktor berikut ini, (1) pengolahan lahan, (2) penggunaan konsumtif, (3) perkolasi (4) penggantian lapisan air, dan (5) sumbangan. hujan efektif.

Kebutuhan air total di sawah merupakan jumlah faktor 1 sampai dengan 4, sedangkan kebutuhan netto air di sawah merupakan kebutuhan total dikurangi faktor hujan efektif. Kebutuhan air di sawah dapat dinyatakan dalam satuan mm/hari ataupun lt/dt.

9) Kebutuhan air untuk pengolahan lahan padi

Suatu tetapan konversi keperluan air biasanya dinyatakan dengan mm/hari yang dapat dikonversi ke suatu debit kontinyu pada suatu areal yakni 1 l/det/ha = 8,64 mm/hari atau 1 mm/hari = 0,116 l/ det/ha

Terdapat beberapa metoda yang berbeda dalam perhitungan keperluan air tanaman dan umumnya perhitungan tersebut tidak mencakup keperluan air selama pengo-lahan tanah. Sebagai contoh suatu metoda yang direkomendasikan oleh FAO hanya didasarkan pada evapotranpirasi tanaman acuan, faktor tanaman, pertimbangan semua kehilangan air irigasi dan hujan efektif. Keperluan air selama pengolahan tanah padi sawah umumnya menentukan puncak keperluan air irigasi pada suatu areal irigasi.

Beberapa faktor penting yang menentukan besarnya keperluan air selama pengolahan tanah adalah sebagai berikut :

(1) Waktu yang diperlukan untuk pengolahan tanah yakni (a) perioda waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pengolahan tanah, (b) pertambahan areal pengolahan tanah dalam suatu grup petakan sawah yang sangat tergantung pada ketersediaan tenaga kerja manusia, hewan atau traktor.

(2) Volume air yang diperlukan untuk pengolahan tanah, yang tergantung pada, (a) air tanah dan tingkat keretakan tanah pada waktu mulai pengolahan tanah, (b) laju perkolasi dan evaporasi, (c) kedalaman lapisan tanah yang diolah menjadi lumpur.

c. Perioda pengolahan tanah

Beberapa hasil penelitian di Bali dan Sumatera menunjukkan keperluan air yang cukup besar antara 18 - 50 mm/hari (2,1 – 5,8 l/det/ha) dengan total keperluan air sekitar 400 - 900 mm. Kondisi sosial dan tradisi yang ada serta ketersediaan tenaga kerja manusia, hewan atau traktor di suatu daerah sangat menentukan lamanya pengolahan tanah. Pada umumnya perioda yang diperlukan setiap petakan sawah untuk pengolahan tanah (dari mulai air diberikan sampai siap tanam) adalah sekitar 30 hari. Sebagai suatu pegangan biasanya sekitar 1,5 bulan diperlukan untuk menyelesaikan pengolahan tanah di suatu petak tersier. Pada beberapa kasus di mana alat dan mesin mekanisasi tersedia dalam jumlah yang cukup, perioda tersebut dapat diperpendek sampai sekitar 1 bulan. Total perioda pengolahan tanah di suatu daerah irigasi biasanya antara 1,5 sampai 3 bulan tergantung pada jumlah golongan

Kebutuhan air sawah untuk padi ditentukan oleh faktor-faktor berikut, (1) penyiapan lahan, (2) penggunaan konsumtif, (3) perkolasi dan rembesan, (4) pergantian lapisan air, (5) curah hujan efektif.

Periode pengolahan lahan membutuhkan air yang paling besar jika dibandingkan tahap pertumbuhan. Kebutuhan air untuk pengolahan lahan dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah (1) karakteristika tanah, (2) waktu pengolahan, (3) tersedianya tenaga dan ternak, serta (4) mekanisasi pertanian.

Kebutuhan air untuk penyiapan dapat ditentukan berdasarkan kedalaman tanah dan porositas tanah di sawah, seperti diusulkan pada Kriteria Perencanaan Irigasi 1986 sebagai berikut.

$$PWR = \frac{(Ka - Ks) * N.d}{10^4} + Pd + Fi$$

Dimana

PWR = kebutuhan air untuk penyiapan lahan (mm)
Sa = derajad kejenuhan tanah setelah penyiapan lahan dimulai (%)
Sb = derajad kejenuhan tanah sebelum penyiapan lahan dimulai (%)
N = porositas tanah, dalam % rata-rata per kedalaman tanah
d = asumsi kedalaman tanah setelah pekerjaan penyiapan lahan (mm)
Pd = kedalaman genangan setelah pekerjaan penyiapan lahan (mm)
F 1 = kehilangan air di sawah selama 1 hari (mm)

Kebutuhan air untuk penyiapan lahan dapat ditentukan secara empiris sebesar 250 mm, meliputi kebutuhan untuk penyiapan lahan dan untuk lapisan air awal setelah transplantasi selesai. (Kriteria Perencanaan Irigasi KP 01). Untuk lahan yang sudah lama tidak ditanami (bero), kebutuhan air untuk penyiapan lahan dapat ditentukan sebesar 300 mm. Kebutuhan air untuk persemaian termasuk dalam kebutuhan air untuk penyiapan lahan.

Analisis kebutuhan air selama pengolahan lahan dapat menggunakan metode seperti diusulkan oleh Van de Goor dan Ziljstra (1968) sebagai berikut ;

$$IR = M \frac{e^k}{(e^k - 1)} \quad \text{dan} \quad M = Eo + P \quad \text{dan} \quad k = \frac{MT}{S}$$

Dimana

IR = Kebutuhan air untuk pengolahan lahan (mm/hari)
M = Kebutuhan air untuk mengganti kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi di sawah yang sudah dijenuhkan (mm/hari)
Eo = Evaporasi potensial (mm/hari)
P = perkolasi (mm/hari)
k = konstanta
T = jangka waktu pengolahan (hari)

S = kebutuhan air untuk penjenuhan (mm)

e = bilangan eksponen: 2,7182

Tabel 9. Kebutuhan air untuk penyiapan lahan padi sawah (mm)

Evaporasi + Perkolasi M mm/hari	T = 30 hari				T = 45 hari			
	S = 300 mm		S = 250 mm		S = 300 mm		S = 250 mm	
	I mm/hari	I lt/det/ha	I mm/hari	I lt/det/ha	I Mm/hari	I lt/det/ha	I mm/hari	I lt/det/ha
5.0	12.7	1.47	11.1	1.28	9.05	1.10	8.4	0.97
5.5	13.0	1.50	11.4	1.32	9.08	1.13	8.8	1.02
6.0	13.3	1.54	11.7	1.35	10.1	1.17	9.1	1.05
6.5	13.6	1.57	12.0	1.39	10.4	1.20	9.4	1.09
7.0	13.9	1.61	12.3	1.43	10.8	1.25	9.8	1.13
7.5	14.2	1.64	12.6	1.46	11.1	1.28	10.1	1.17
8.0	14.5	1.68	13.0	1.50	11.4	1.32	10.5	1.22
8.5	14.8	1.71	13.3	1.54	11.8	1.36	10.8	1.25
9.0	15.2	1.76	13.6	1.57	12.1	1.41	11.2	1.30
9.5	15.5	1.79	14.0	1.62	12.5	1.45	11.6	1.34
10.0	15.8	1.83	14.3	1.65	12.9	1.48	12.0	1.39
10.5	16.2	1.88	14.7	1.70	13.2	1.53	12.4	1.44
11.0	16.5	1.91	15.0	1.73	13.6	1.57	12.8	1.48

Gambar 37. Pengolahan Tanah Sawah

Contoh

Diberikan data sebagai berikut, kebutuhan air untuk menjenuhkan tanah (S) adalah 250 mm, besar perkolasi (P) sebesar 2 mm per hari, waktu

pengolahan tanah (T) adalah 30 hari dan evaporasi potensial (Eo) adalah sebesar 4 mm per hari. Tentukanlah kebutuhan air untuk pengolahan tanah.

Penyelesaian :

Rumus kebutuhan air untuk pengolahan tanah adalah $IR = M \frac{e^k}{(e^k - 1)}$

Rumus penggantian air akibat perkolasi dan evaporasi (M) adalah $M = Eo + P$

Nilai k adalah $k = \frac{MT}{S}$

Tahapan penyelesaian

1. Menghitung nilai M = Eo + P = 4 mm + 2 mm = 6 mm/hari
2. Menghitung nilai k = MT/S = 6*30/250 =0.72
3. Menghitung kebutuhan air untuk pengolahan lahan

$$IR = M \frac{e^k}{(e^k - 1)} = 6 * \frac{(2.7182^{0.72})}{(2.7182^{0.72} - 1)} = 11.69$$ mm/hari

Jadi kebutuhan air selama pengolahan lahan adalah sebesar 11,69 mm/hari

Tabel 10. Kebutuhan air untuk Penyiapan Lahan (mm)

Bulan	Jmlh Hari	Eto (mm)	Eo (mm)	P (mm)	M	T (hr)	S (mm)	T/S	K	e^k	Ir (mm)
Jan	31	64.82	71.30	62	133.30	31	250	0.124	16.53	15088401.31	133.30
Feb	28	69.12	76.03	56	132.03	28	250	0.112	14.79	2643393.46	132.03
Mar	31	69.04	75.94	62	137.94	31	250	0.124	17.11	26830356.09	137.94
April	30	68.94	75.83	60	135.83	30	250	0.12	16.30	11995822.66	135.83
Mei	31	70.67	77.74	62	139.74	31	250	0.124	17.33	33510733.37	139.74
Juni	30	72.72	79.99	60	139.99	30	250	0.12	16.80	19757203.17	139.99
Juli	31	73.27	80.60	62	142.60	31	250	0.124	17.68	47775146.10	142.60
Agus	31	75.93	83.52	62	145.52	31	250	0.124	18.04	68671159.26	145.52
Sept	30	66.11	72.72	60	132.72	30	250	0.12	15.93	8256483.16	132.72
Okt	31	68.11	74.92	62	136.92	31	250	0.124	16.98	23633897.63	136.92
Nov	30	64.73	71.20	60	131.20	30	250	0.12	15.74	6881515.14	131.20
Des	31	66.86	73.55	62	135.55	31	250	0.124	16.81	19929123.14	135.55

Sumber : Hasil Pengolahan Data

1) Penggunaan konsumtif

Penggunaan air untuk kebutuhan tanaman (*consumtive use*) dapat didekati dengan menghitung evapotranspirasi tanaman, yang besarnya dipengaruhi oleh jenis tanaman, umur tanaman dan faktor klimatologi. Nilai evapotranspirasi merupakan jumlah dari evaporasi dan transpirasi. Untuk keperluan perhitungan kebutuhan air irigasi dibutuhkan nilai evapotranspirasi potensial (Eto) yaitu evapotranspirasi yang terjadi apabila tersedia cukup air.

Kebutuhan air untuk tanaman adalah nilai Eto dikalikan dengan suatu koefisien tanaman.

$$ET = kc \times Eto$$

dimana :

ET = Evapotranpirasi tanaman (mm/hari)

ETo = Evaporasi tetapan/tanarnan acuan (mm/hari)

kc = Koefisien tanaman

Kebutuhan air konsumtif ini dipengaruhi oleh jenis dan usia tanaman (tingkat pertumbuhan tanaman). Pada saat tanaman mulai tumbuh, nilai kebutuhan air konsumtif meningkat sesuai pertumbuhannya dan mencapai maksimum pada saat pertumbuhan vegetasi maksimum. Setelah mencapai maksimum dan berlangsung beberapa saat menurut jenis tanaman, nilai kebutuhan air konsumtif akan menurun sejalan dengan pematangan biji. Pengaruh watak tanaman terhadap kebutuhan tersebut dengan faktor tanaman (kc).

Nilai koefisien pertumbuhan tanaman ini tergantung jenis tanaman yang ditanam. Untuk tanaman jenis yang sama juga berbeda menurut varietasnya. Sebagai contoh padi dengan varietas unggul masa tumbuhnya lebih pendek dari padi varietas biasa. Pada Tabel 5.2 disajikan harga-harga koefisien tanaman padi dengan varietas unggul dan varitas biasa menurut Nedeco/Prosida dan FAO.

Tabel 11. Harga-harga koefisien tanaman padi dengan varietas unggul dan varitas biasa

Periode 15 hari ke	Nedeco / Prosida		FAO	
	Varitas Biasa	Varitas Unggul	Varitas Biasa	Varitas Unggul
1	1,20	1,20	1,10	1,10
2	1,20	1,27	1,10	1,10
3	1,32	1,33	1,10	1,05
4	1,40	1,30	1,10	1,05
5	1,35	1,30	1,10	1,05
6	1,25	0	1,05	0,95
7	1,12	-	0,95	0
8	0	-	0	-

Sumber : Standar Perencanaan Irigasi, Perencanaan Jaringan Irigasi KP - 0 1, 1986

Evapotranspirasi potensial (ETo) adalah evapotranspirasi tetapan yaitu laju evaportranspirasi dari suatu permukaan luas tanaman rumput hijau setinggi 8 sampai 15 cm yang menutup tanah dengan ketinggian

seragam dan seluruh permukaan teduh tanpa suatu bagian yang menerima sinar secara langsung serta rumput masih tumbuh aktif tanpa kekurangan air. Evapotranspirasi tetapan disebut juga dengan evapotrans-pirasi referensi. Terdapat beberapa cara untuk menentukan evapotranspirasi tetapan, salah satunya seperti yang diusulkan oleh Kriteria Perencanaan Irigasi 1986 sebagai berikut :

$$ETo = Epan \times kpan$$

dengan :

ETo = Evaporasi tetapan/tanaman acuan (mm/hari)

Epan = Pembacaan panci Evaporasi

kpan = koefisien panci

Sebagai contoh berikut ini disarnpaikan catatan evaporasi rata-rata tengah bulanan dari panci evaporasi di Stasiun Mulur Kabupaten Sukoharjo.

Tabel 12. Data evaporasi Rata-rata setengah bulanan

Setengah bulan ke	Evaporasi Rata-rata	Setengah bulan ke	Evaporasi Rata-rata	Setengah bulan ke	Evaporasi Rata-rata	Setengah bulan ke	Evaporasi Rata-rata
1	4,54	7	5,24	13	5,67	19	5,59
2	4,54	8	5,24	14	5,67	20	5,59
3	4,55	9	5,51	15	5,74	21	4,98
4	4,55	10	5,51	16	5,74	22	4,98
5	4,80	11	5,51	17	5,94	23	4,78
6	4,80	12	5,51	18	5,94	24	4,78

Apabila panci evaporasi tersebut mempunyai koefisien (kpan) sebesar 0,8, maka, berdasarkan persaman di atas dapat dihitung evaporasi potensial dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 13. Hasil Hitungan Evaporasi Potensial (ETo)

Koefisien Panci = 0,8

Setengah bulan ke	Evaporasi Rata-rata	Evaporasi Potensial Rata-rata	Setengah Bulan ke	Evaporasi Rata-rata (mm/hari)	Evaporasi potensial rata-rata (mm/hari)
1	4,54	3,63	13	5,67	4,54
2	4,54	3,63	14	5,67	4,54
3	4,55	3,64	15	5,74	4,59
4	4,55	3,64	16	5,74	4,59
5	4,80	3,84	17	5,94	4,75
6	4,80	3,84	18	5,94	4,75
7	5,24	4,19	19	5,59	4,47
8	5,24	4,19	20	5,59	4,47
9	5,51	4,41	21	4,98	3,98
10	5,51	4,41	22	4,98	3,98
11	5,51	4,41	23	4,78	3,82
12	5,51	4,41	24	4,78	3,82

Besaran evaporasi potensial (Eo) dikaitkan dengan waktu tanam dan koefisien tanaman seperti pada Tabel 5. 3, dapat digunakan untuk menghitung evapotraspirasi. Misalnya dihitung evapotranspirasi untuk tanaman padi varitas unggul dengan waktu tanam antara setengah bulan ke 3 sampai dengan setengah bulan ke 9, maka besar evapotranspirasi (penggunaan konsumtif) adalah sebagai berikut.

Tabel 14. Contoh Analisis Evapotranspirasi

Setengah bulan ke	Evaporasi Potensial (mm/hari)	Koefisien Tanaman Padi varietas unggul	Evapotranspirasi (mm/hari)
3	4,55	1,10	5,00
4	4,55	1,10	5,00
5	4,80	1,05	5,04
6	4,80	1,05	5,04
7	5,24	1,05	5,50
8	5,24	0,95	4,98
9	5,51	0	0

2) Perkolasi

Laju perkolasi sangat tergantung pada sifat-sifat tanah. Data-data mengenai perkolasi akan diperoleh dari penelitian kemampuan tanah maka diperlukan penyelidikan pori-pori tanah. Pada tanah lempung berat dengan karakteristik pengolahan (puddling) yang baik, laju perkolasi dapat mencapai 1-3 mm/hari. Pada tanah-tanah yang lebih ringan, laju perkolasi bisa lebih tinggi. Untuk menentukan Iaju perkolasi, perlu diperhitungkan tinggi muka air tanahnya, sedangkan rembesan terjadi akibat meresapnya air melalui tanggul sawah.

Pada lahan yang baru dibuka laju perkolasi biasanya sangat tinggi sekitar 10 mm/hari atau lebih. Pada proses pelumpuran, koloid partikel liat akan mengendap ke lapisan bawah pada kedalaman lapisan olah (sekitar 20 cm) membentuk suatu lapisan tanah. Sesudah puluhan tahun pengolahan tanah dengan pelumpuran biasanya lapisan kedap (lapisan tapak bajak) 11 akan terbentuk sehingga laju perkolasi berkurang menjadi sekitar 1 - 3 mm/hari pada tekstur liat berat. Sedangkan pada tanah bertekstur ringan kadang-kadang masih cukup tinggi sekitar 10 mm/hari. Pada kondisi tersebut laju perkolasi merupakan aspek dominan dalam penentuan jumlah keperluan air. Rembesan (seepage) didefinisikan sebagai kehilangan air melalui galengan yang disebabkan oleh lubang tikus, ketam atau retakan tanah pada galengan. Apabila lahan relatif datar dan genangan air di petakan sawah relatif sama, maka rembesan cenderung mengecil. Pada lahan miring dengan teras bangku maka kehilangan karena rembesan sangat tinggi (sekitar 20 mm/hari). Petakan sawah tertinggi harus diairi secepat mungkin dan laju pembuangan air di petakan terendah harus secepat mungkin.

Gambar 38. Pengukuran Laju Permeabilitas

3) Penggantian lapisan air

Setelah pemupukan perlu dijadwalkan dan mengganti lapisan air menurut kebutuhan. Penggantian diperkirakan sebanyak 2 kali masing-masing 50 mm satu bulan dan dua bulan setelah transplantasi (atau 3.3 mm/hari selama 1/2 bulan).

4) Hujan Efektif

Hujan efektif adalah bagian dari total hujan yang secara langsung memenuhi keperluan air untuk tanaman. Hujan efektif untuk padi sawah merupakan aspek yang masih dipertentangkan, sehingga asumsi hujan efektif dalam perencanaan proyek masih beragam. Hujan efektif untuk sawah tadah hujan hampir 100%, sedangkan pada sawah beririgasi dimana genangan dipertahankan penuh secara kontinyu maka hujan efektif dapat dikatakan nol. Pada kenyataannya efektifitas hujan pada petakan sawah merupakan sesuatu yang kompleks dan tergantung pada: (a) karakteristik hujan, apakah hujan terjadi dengan

interval waktu teratur atau sangat beragam; (b) keragaman tinggi genangan air di petakan-petakan sawah, dan (c) metoda pemberian air irigasi apakah kontinyu atau berkala. Pada daerah irigasi dengan topografi begelombang sampai miring, pemberian air irigasi ke petakan sawah umumnya dilakukan dari saluran kwarter masuk ke petakan sawah tertinggi kemudian setelah petakan tersebut cukup mendapat air, maka air melimpas ke petakan di bawahnya. Petakan-petakan sawah yang mendapat air dari satu inlet membentuk suatu jalur *(inlet group)* (Gambar 7). Limpasan air ke petakan bawah dibuat dengan jalan memotong galengan di petakan atas pada elevasi tertentu sehingga limpasan terjadi dengan sendirinya apabila genangan yang diinginkan di petakan atas telah dicapai. Sistim irigasi ini disebut dengan pemberian air dari petak ke petak *(plot to plot irrigation)*. Dalam situasi debit air berkurang dari rencana maka petakan sawah atas masih mendapatkan air secara penuh sedangkan yang di bawah tidak mendapatkan air. Jadi apabila jumlah air irigasi diperhitungkan dengan hujan efektif (misalnya 30% dari keperluan tanaman), maka 30% petakan bawah akan tidak memperoleh air irigasi sampai hujan betul-betul terjadi. Apabila hujan turun maka akan terjadi limpasan dari petakan atas dan mengisi petakan bawah, akan tetapi kemungkinan pada waktu itu tanaman di petakan bawah telah mengalami cekaman *(stress)* kekurangan air. Ketergantungan terhadap hujan di petakan bawah dapat ditanggulangi dengan menggunakan persentase hujan efektif yang lebih kecil dan menerima kenyataan bahwa sebagian hujan yang akan terbuang cukup besar. Apabila pemberian air dilakukan secara rotasi (giliran) maka hujan efektif akan lebih besar dari pada pemberian air kontinyu. Efektifitas hujan akan lebih besar apabila selang waktu rotasi tersebut menjadi lebih lama, akan tetapi selang waktu rotasi dibatasi oleh jumlah hari di mana genangan di petakan sawah akan kembali nol (biasanya 5 sampai 10 hari). Efektifitas hujan

pada daerah irigasi berkisar antara 100% pada sawah tadah hujan dan 0% pada irigasi teknis sempurna. Hujan efektif untuk padi sawah beririgasi dalam mm/hari umumnya diduga sebesar 70% dari hujan tengah bulanan dengan perioda ulang 5 tahun (dalam mm/hari) selama pengolahan lahan, dan 40% sesudah tanam sampai panen.

Apabila laju evaporasi sekitar 2 - 6 mm/hari dan perkolasi atau rembesan sekitar 6 mm/hari, maka lapisan genangan air tersebut akan mencapai nol pada selang waktu 4 sampai 15 hari, apabila tidak ada hujan dan air irigasi. Apabila situasi tersebut berlanjut sampai beberapa minggu terutama pada masa pertumbuhan tanaman yang peka terhadap kekeringan maka akan terjadi pengurangan produksi.

Untuk menentukan besar sumbangan hujan terhadap kebutuhan air oleh tanaman, terdapat beberapa cara, diantaranya secara empirik maupun dan simulasi. Kriteria Perencanaan Irigasi mengusulkan hitungan hujan efektif berdasarkan data pengukuran curah hujan di setasiun terdekat, dengan panjang pengamatan selama 10 tahun.

Hujan yang diharapkan terjadi selama satu musim tanam berlangsung disebut curah hujan efektif. Masa hujan efektif untuk suatu lahan persawahan dimulai dari pengolahan tanah sampai tanaman dipanen, tidak hanya selama masa pertumbuhan. Curah hujan efektif untuk tanaman lahan tergenang berbeda dengan curah hujan efektif untuk tanaman pada lahan kering dengan memperhatikan pola periode musim hujan dan musim kemarau. Perhitungan curah hujan efektif dilakukan atas dasar prinsip hubungan antara keadaan tanah, cara pemberian air dan jenis tanaman.

Besarnya curah hujan efektif diperoleh dari pengolahan data curah hujan harian hasil pengamatan pada stasiun curah hujan yang ada di daerah irigasi/daerah sekitarnya dimana sebelum menentukan curah

hujan efektif terlebih dahulu ditentukan nilai curah hujan andalan yakni curah hujan rata-rata setengah bulanan (mm/15 hari) dengan kemungkinan terpenuhi 80% dan kemungkinan tak terpenuhi 20% dengan menggunakan rumus analisis:

$$R_{80} = \frac{n}{5} + 1$$

$$R_e = 0.70 * R_{80}$$

dimana :

R80 = Curah hujan andalan tengah bulan (mm/hari)
Re = Curah hujan efektif (mm/hari)
n = Jumlah tahun pengamatan curah hujan.

Curah hujan efektif dapat juga dihitung dengan rumus:

Re = Rtot (125 – 0,2 Rtot)/125 ; Rtot < 250 mm ...... (3.3)

Re = 125 + 0,1 Rtot ; Rtot > 250 mm ...... (3.4)

Dimana : Rtot adalah jumlah curah hujan bulanan (mm/hari)

d. Hitungan Kebutuhan Air Untuk Padi di sawah

Tahapan yang dilakukan untuk analisis kebutuhan air untuk padi di sawah adalah (1) analisis hujan efektif, dan (2) analisis kebutuhan air di lahan.

Contoh Analisis Kebutuhan Air Untuk Padi di Lahan

Apabila telah tersedia data (1) evaporasi rerata setengah bulanan, (2) data jenis tanah, (3) jenis (varitas) padi dan (4) hasil analisis curah hujan efektif, maka analisis kebutuhan air untuk tanaman padi di sawah dapat dilakukan.

Dalam modul ini disertakan program komputer sederhana untuk menganalisis kebutuhan air untuk tanaman padi.

Apabila diketahui data evaporasi seperti pada Tabel 5.3, hasil analisis hujan efektif seperti pada contoh Tabel 3.2, serta jenis tanah adalah lempung berpasir, maka analisis kebutuhan air baku dapat dilakukan dengan prosedur seperti tersebut di atas. Hasil analisis kebutuhan air untuk tanaman padi dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Tabel 15. Hasil Analisis Kebutuhan Air Tanaman Padi

Tabel 4.5 Hasil Analisis Kebutuhan Air Untuk Padi

Setengah Bulan ke	Kebutuhan Air Untuk Padi (mm/hari)	(lt/dt/hektar)
1	8,79	1,02
2	8,54	0,99
3	6,47	0,75
4	5,86	0,68
5	6,99	0,81
6	7,61	0,88
7	6,66	0,77
8	0,00	0,00
9	12,31	1,42
10	12,31	1,42
11	9,55	1,10
12	9,55	1,10
13	9,46	1,09
14	9,46	1,09
15	7,36	0,85
16	0,00	0,00
17	12,31	1,42
18	12,31	1,42
19	9,62	1,11
20	9,62	1,11
21	8,88	1,03
22	7,08	0,82
23	5,66	0,66
24	0,00	0,00

Debit yang diperlukan Laju penambahan areal pada waktu pengolahan tanah di suatu jalur petakan-petakan sawah yang mendapat pasok air dari satu inlet secara kolektif dalam suatu petak tersier, akan menentukan besarnya debit yang diperlukan. Terdapat 3 konsep tentang laju

pertambahan areal pengolahan tanah dalam suatu kelompok petakan sawah yakni :

(a) Debit yang masuk ke inlet konstan selama pengolahan tanah (I mm/hari = konstan)
(b) Laju pertambahan areal lahan yang diolah konstan (dy/dt dalam ha/hari = konstan)

1) Keperluan air pada berbagai tahap pertumbuhan tanaman

Tahap pertumbuhan padi dibagi menjadi: (a) pesemaian (10-30 hss) seedling atau juvenile period, (b) periode pertumbuhan vegetatif (0-60 hst), (c) periode reproduktif atau generatif (50-100 hst) dan (d) periode pematangan (100-120 hst) (ripening period) (Gambar 3) Evaporasi + Perkolasi M mm/hari

Periode pesemaian Periode ini merupakan awal pertumbuhan yang mencakup tahap perkecambahan benih serta perkembangan *radicle* (akar muda) dan *plume* (daun muda). Selama periode ini air yang dikonsumsi sedikit sekali. Apabila benih tergenang cukup dalam pada waktu cukup lama sepanjang periode perkecam-bahan, maka pertumbuhan *radicle* akan terganggu karena kekurangan oksigen.

Pertumbuhan vegetatif Periode ini merupakan periode berikutnya setelah tanam *(transplanting)* yang mencakup (a) tahap pemulihan dan pertumbuhan akar (0-10 hst), (b) tahap pertumbuhan anakan maksimum (10-50 hst) *(maximum tillering)* dan (c) pertunasan efektif dan pertunasan tidak efektif (35-45 hst). Selama periode ini akan terjadi pertumbuhan jumlah anakan. Segera setelah tanam, kelembaban yang cukup diperlukan untuk perkembangan akar-akar baru. Kekeringan yang terjadi pada peiode ini akan menyebabkan pertumbuhan yang jelek dan hambatan pertumbuhan anakan sehingga mengakibatkan

penurunan hasil. Pada tahap berikutnya setelah tahap pertumbuhan akar, genangan dangkal diperlukan selama periode vegetatif ini. Beberapa kali pengeringan (drainase) membantu pertumbuhan anakan dan juga merangsang perkembangan sistim akar untuk berpenetrasi ke lapisan tanah bagian bawah. Fungsi respirasi akar pada periode ini sangat tinggi sehingga ketersediaan udara (aerasi) dalam tanah dengan cara drainase (pengeringan lahan) diperlukan untuk menunjang pertumbuhan akar yang mantap. Selain itu drainase juga membantu menghambat pertumbuhan anakan tak-efektif *(non-effective tillers).*

Periode reproduktif (generatif) Periode ini mengikuti periode anakan maksimum dan mencakup tahap perkembangan awal malai (panicle primordia) (40-50 hst), masa bunting (50-60 hst)(booting), pembentukan bunga (60-80 hst) (heading and flowering). Situasi ini dicirikan dengan pembentukan dan pertumbuhan malai. Pada sebagian besar dari periode ini dikonsumsi banyak air. Kekeringan yang terjadi pada periode ini akan menyebabkan beberapa kerusakan yang disebabkan oleh terganggunya pembentukan panicle, heading, pembungaan dan fertilisasi yang berakibat pada peningkatan sterilitas sehingga mengurangi hasil.

Periode pamatangan *(ripening atau fruiting)* Periode ini merupakan periode terakhir dimana termasuk tahapan pembentukan susu (80-90 hst) *(milky),* pembentukan pasta (90-100 hst) *(dough),* matang kuning (100-110 hst) *(yellow ripe)* dan matang penuh (110-120 hst) *(full ripe)*. Selama periode ini sedikit air diperlukan dan secara berangsur-angsur sampai sama sekali tidak diperlukan air sesudah periode matang kuning *(yellow ripe)*. Selama periode ini drainase perlu dilakukan, akan tetapi pengeringan yang telalu awal akan mengakibatkan bertambahnya gabah hampa dan beras pecah *(broken kernel),* sedangkan pengeringan yang terlambat mengakibatkan kondisi kondusif tanaman rebah. Pada

periode vegetatif jumlah air yang dikonsumsi sedikit, sehingga kekurangan air pada periode ini tidak mempengaruhi hasil secara nyata asalkan tanaman sudah pulih dan sistim perakarannya sudah mapan. Tahapan sesudah *panicle primordia*, khususnya pada masa bunting, *heading* dan pembungaan memerlukan air yang cukup. Kekurangan air selama periode tersebut menghasilkan pengurangan hasil tak terpulihkan. Dengan demikian perencanaan program irigasi di areal dimana jumlah air irigasinya terbatas untuk menggenangi sawah pada seluruh periode, prioritas harus diberikan untuk memberikan air irigasi selama periode pemulihan dan pertumbuhan akar serta seluruh periode pertumbuhan reproduktif.

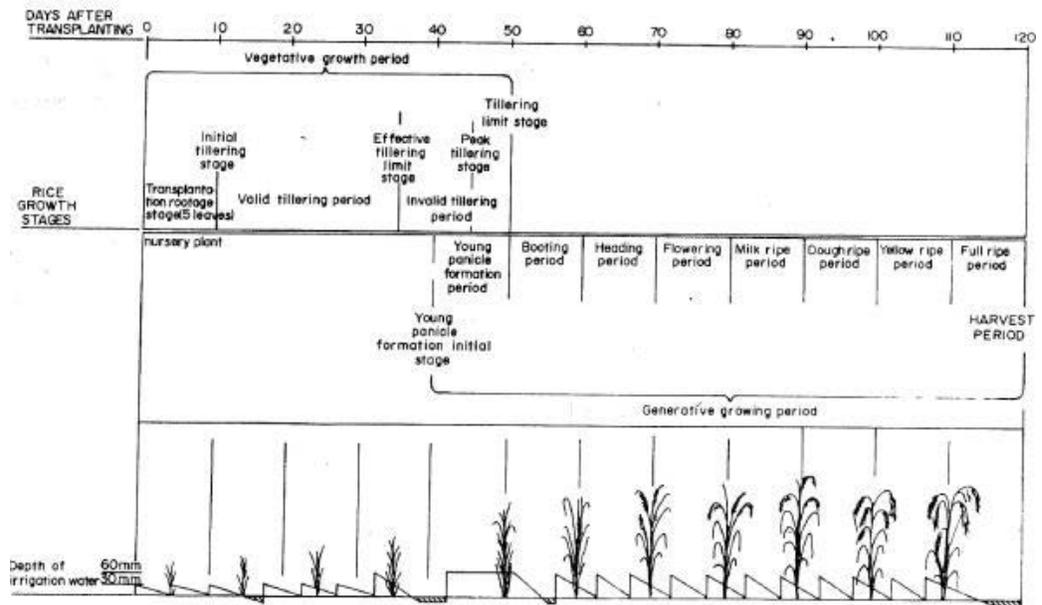
2) Jumlah konsumsi air dan hasil padi

Jumlah air yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman padi dari mulai tanam sampai panen tergantung pada berbagai faktor yakni: (a) lengas tanah tahap awal, (b) jenis dan kesuburan tanah, (c) lama periode pertumbuhan, (d) metoda kultur-teknik, (e) topografi, (f) varietas tanaman dan lain-lain.

Penelitian di IRRI (1970) selama musim kemarau tahun 1969 memperlihatkan bahwa jika total jumlah air yang dikonsumsi antara 750 mm-1000 mm, tidak memperlihatkan perubahan hasil yang nyata. Tetapi jika lebih kecil dari 550 mm, maka tidak ada hasil yang didapat. Di Taiwan hasil penelitian pada musim hujan memperlihatkan penurunan hasil yang cukup nyata jika jumlah air yang dikonsumsi tanaman kurang dari 600 mm. Di Jepang, Iyozaki (1956) melaporkan bahwa keperluan air untuk mendapatkan hasil optimum adalah antara selang 20 mm sampai 30 mm per hari. Jumlah ini dapat dipertimbangkan optimum pada kondisi pemupukan berat dan teknik

pemeliharaan intensif. Varietas unggul umumnya tidak memper-lihatkan penurunan hasil pada kedalaman genangan sampai 15 cm. Di atas kedalaman genangan tersebut diduga akan terjadi penurunan hasil akibat dari pelemahan culms dan pengurangan jumlah anakan.

Pengelolaan air terkendali juga memperlihatkan pengurangan pertumbuhan gulma. Williams (1969) memperlihatkan dengan genangan 15 cm, pertumbuhan rumput-rumputan dan teki-tekian (sedges) akan tertekan, tetapi pada genangan 7,5 cm beberapa gulma berdaun lebar dan teki-tekian tumbuh dengan baik. Sebagai kesimpulan, lingkungan air pada tanaman padi adalah relatif kritis pada kondisi di bawah jenuh tetapi relatif toleran terhadap genangan air pada kedalaman antara 10 - 15 cm. Di atas kedalaman tersebut akan terjadi pengurangan hasil. **Metoda pemberian air pada padi sawah** Terdapat dua metoda pemberian air untuk padi sawah yakni: (a) Genangan terus-menerus *(continuous submergence)* yakni sawah digenangi terus menerus sejak tanam sampai panen; (b) Irigasi terputus atau berkala *(intermittent irrigation)* yakni sawah digenangi dan dikeringkan berselang-seling. Permukaan tanah diijinkan kering pada saat irigasi diberikan.

Keuntungan irigasi berkala adalah sebagai berikut: (a) menciptakan aerasi tanah, sehingga mencegah pembentukan racun dalam tanah, (b) menghemat air irigasi, (c) mengurangi masalah drainase, (d) mengurangi emisi metan10 , (e) operasional irigasi lebih susah. Keuntungan irigasi kontinyu adalah: (a) tidak memerlukan kontrol yang ketat, (b) pengendalian gulma lebih murah, (c) operasional irigasi lebih mudah.

Gambar 39. Priode Pertumbuhan Tanaman Padi

3) Kebutuhan Untuk Tanaman Selain Padi

Tanaman selain padi yang dibudidayakan oleh petani pada umumnya berupa palawija. Yang dimaksudkan dengan palawija adalah berbagai jenis tanaman yang dapat ditanam di sawah pada musim kemarau ataupun pada saat kekurangan air. Lazimya tanaman palawija ditanam di lahan tegalan.

Jika dipandang dari jumlah air yang dibutuhkan, palawija dapat dibedakan menjadi 3 (tiga) jenis, yaitu

a) palawija yang butuh banyak air, seperti bawang, kacang tanah, ketela.
b) palawija yang butuh sedikit air, misalnya cabai, jagung, tembakau dan kedelai.
c) palawija yang membutuhkan sangat sedikit air, misalnya ketimun dan kacang panjang.

Tujuan analisis kebutuhan air untuk tanaman palawija terutama untuk mengetahui luas lahan yang direncanakan untuk tanaman padi maupun palawija berkaitan dengan ketersediaan air pada bangunan pengambilan sehingga kegagalan usaha pertanian dapat dihindari. Dengan kata lain hitungan kebutuhan air untuk palawija digunakan sebagai dasar untuk melakukan usaha pertanian sesuai dengan jumlah air yang tersedia.

Pemberian air untuk palawija akan ekonomis jika pemberian airnya hanya sampai kondisi kapasitas lapang, lalu berhenti dan diberikan lagi sampai sebelum mencapai titik layu. Analisis kebutuhan air untuk tanaman palawija dihitung seperti untuk tanaman padi, namun ada dua hal yang membedakan, yaitu pada tanaman palawija tidak memerlukan genangan serta koefisien tanaman yang digunakan sesuai dengan jenis palawija yang ditanam.

4) Kebutuhan air untuk pengolahan lahan palawija

Masa sebelum irigasi diperlukan guna mengolah lahan untuk ditanami dan untuk menciptakan kondisi kelembaban yang memadai untuk persemaian tanaman palawija. Jumlah air yang dibutuhkan tergantung pada kodisi tanah dan pola tanam yang diterapkan. Menurut Kriteria Perencanaan Irigasi mengusulkan air untuk pengolahan lahan sejumlah 50 - 120 mm untuk tanaman lahan kering dan 100 - 120 mm untuk tanaman tebu, kecuali jika terdapat kondisi-kondisi khusus misalnya ada tanaman lain yang segera ditanam setelah tanaman padi.

5) Penggunaan konsumtif tanaman palawija

Untuk menentukan penggunaan konsumtif cara yang digunakan seperti pada tanaman padi hanya koefisien tanaman yang berbeda. Nilai koefisien beberapa jenis tanaman yang direkomendasikan oleh Kriteria Perencanaan Irigasi seperti terlihat pada Tabel 5.6. Sedangkan nilai koefisien tanaman tebu diperlihatkan pada Tabel 5.7.

Tabel 16. Koefisien berbagai jenis tanaman palawija

Setengah bulan ke	Koefisien Tanaman					
	Kedelai	Jagung	Kac.Tanah	Bawang	Buncis	Kapas
1	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
2	0,75	0,59	0,51	0,51	0,64	0,50
3	1,00	0,96	0,66	0,69	0,89	0,58
4	1,00	1,05	0,85	0,90	0,95	0,75
5	0,82	1,02	0,95	0,95	0,88	0,91
6	0,45	0,95	0,95	-	-	1,04
7	-	-	0,55	-	-	1,05
8	-	-	0,55	-	-	1,05
9	-	-	-	-	-	1,05
10	-	-	-	-	-	0,78
11	-	-	-	-	-	0,65
12	-	-	-	-	-	0,65
13	-	-	-	-	-	0,65

Sumber Kriteria Perencanaaan Irigasi, KP - 01

Tabel 17. Koefisien tanaman tebu

Umur Tanaman		Tahap Pertumbuhan	RH < 70% min		RH < 20% Min	
12 bulan	24 bulan		Angin kecil s/d sedang	Angin kencang	Angin kecil s/d sedang	Angin kencang
0 - 1	0 - 2,5	saat tanam sd 0,25 rimbun*)	0,35	0,6	0,4	0,45
1- 2	2,5 - 3,5	0,25 - 0,5 rimbun	0,8	0,85	0,75	0,8
2 - 2,5	3,5 - 4,5	0,5 - 0,75 rimbun	0,9	0,95	0,95	1,0
2,5 - 4	4,5 - 6	0,75 – rimbun	1,0	I'1	I'1	1,2
4 - 10	6 - 17	Penggunaan air puncak	1,05	1,25	1,25	1,3
10 - 11	17 - 22	Awal berbunga	0,8	0,95	0,95	1,05
11 - 12	22 - 24	Menjadi masak	0,6	0,7	0,7	0,75

Sumber Kriteria Perencanaaan Irigasi, KP - 01

6) Contoh Analisis Kebutuhan Air Untuk Tanaman Palawija

Apabila telah tersedia data (1) evaporasi rerata setengah bulanan, (2) data jenis tanah, (3) jenis (varitas) padi dan (4) hasil analisis curah hujan efektif, maka analisis kebutuhan air untuk tanaman palawija dapat dilakukan.

Apabila diketahui data evaporasi seperti pada Tabel 5.2, hasil analisis hujan efektif seperti pada contoh Tabel 5.2, serta jenis tanah adalah lempung berpasir, maka analisis kebutuhan air baku dapat dilakukan dengan prosedur seperti tersebut di atas. Hasil analisis kebutuhan air untuk tanaman palawija kedelai dapat dilihat pada Tabel 5.8.

Tabel 18. Hasil Analisis Kebutuhan Air untuk Palawija

Setengah	Kebutuhan Air Untuk Palawija (kedelai)	
Bulan ke	(mm/hari)	(lt/dt/hektar)
1	4,45	0,52
2	4,20	0,49
3	2,59	0,30
4	2,89	0,33
5	5,10	0,59
6	5,72	0,66
7	6,12	0,71
8	4,89	0,57
9	7,97	0,92
10	7,97	0,92
11	5,20	0,60
12	6,31	0,73
13	7,54	0,87
14	7,54	0,87
15	6,72	0,78
16	5,07	0,59
17	7,97	0,92
18	7,97	0,92
19	5,24	0,61
20	6,35	0,74
21	6,98	0,81
22	5,18	0,60
23	5,17	0,60
24	2,50	0,29

7) Kebutuhan Air di Bangunan Pengambilan

Kebutuhan air di pintu pengambilan atau bangunan utama tidak terlepas dari kebu-tuhan air di sawah. Untuk memenuhi jumlah air yang harus tersedia di pintu pengam-bilan guna mengairi lahan pertanian dinyatakan sebagai berikut :

$$DR = \frac{IR * A}{Ef}$$

dimana,

DR = Kebutuhan air di pintu pengambilan (1/dt)

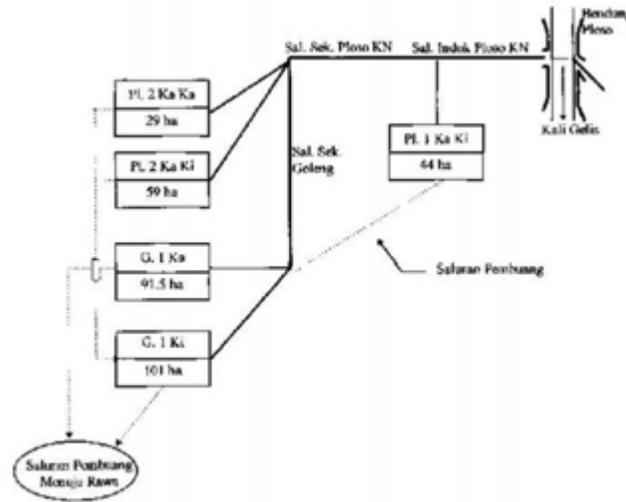
IR = Kebutuhan air irigasi (l / det / ha)

A = Luas areal irigasi (ha)

EF = Efisiensi irigasi (%)

Sebagai contoh disajikan hitungan kebutuhan air pada bangunan pengambilan kanan Bendung Ploso di Kabupaten Kudus Jawa Tengah. Areal sawah yang diairi oleh pengambilan kanan ini adalah seluas 314,5 ha. Areal sawah tersebut terbagi ke dalam lima petak tersier yaitu :

- Petak tersier Pl. Ka 1 Ki seluas 44,0 ha. dengan saluran tersier mengambil dari Saluran Induk Ploso Kanan.
- Petak tersier Pl. Ka 2 Ka seluas 29,0 ha dengan saluran tersier mengambil dari Saluran Sekunder Ploso Kanan.
- Petak tersier Pl. Ka 2 Ki seluas 59,0 ha dengan saluran tersier mengambil dari Saluran Sekunder Ploso Kanan.
- Petak tersier G. 1 Ka seluas 91,5 ha dengan saluran tersier mengambil dari Saluran Sekunder Goleng yang berasal dari Saluran Sekunder Ploso Kanan.

- Petak tersier G.1 Ki seluas 101,0 ha dengan saluran tersier mengambil dari Saluran Sekunder Goleng yang berasal dari Saluran Sekunder Ploso Kanan.

Data yang diperlukan dalam analisis kebutuhan air di bangunan pengambilan adalah :

- Jumlah petak
- Luas tanaman padi untuk MT 1, 2 dan 3 (dalam hektar)
- Luas tanaman palawija untuk MT 1, 2 dan 3 (dalam hektar)
- Efisiensi masing-masing petak ke bendung
- Kebutuhan dasar tanaman padi (lt/dt/ha)
- Kebutuhan dasar tanaman palawija (lt/dt/ha)

Berdasarkan contoh kasus pada Bendung Karang Ploso di Kabupaten Kudus Jawa Tengah, maka data dapat ditulis sebagai berikut :

- Jumlah petak adalah 5 petak
- Misal diketahui rencana tanam sebagai berikut :
  Musim Tanam ke 1 :

Musim Tanam ke 1 :

Petak ke	Luas Tanaman Padi (ha)	Luas Tanaman Palawija (ha)
1	44,0	0
2	29,0	0
3	59,0	0
4	91,5	0
5	101,0	0

Musirn Tanam ke 2:

Petak ke	Luas Tanaman Padi (ha)	Luas Tanaman Palawija (ha)
1	44,0	0
2	29,0	0
3	59,0	0
4	91,5	0
5	101,0	0

Musim Tanam ke 3 :

Petak ke	Luas Tanaman Padi (ha)	Luas Tananian Palawija (ha)
1	24,0	20,0
2	19,0	10,0
3	30,0	29,0
4	50,5	41,0
5	51,0	50,0

Efisiensi masing-masmg petak ke bangunan pengambilan adalah sebagai berikut

a. Petak ke 1 (PL.Ka 1 Ki) = 70 %
b. Petak ke 2 (P1. Ka 2 Ka) = 65 %
c. Petak ke 3 (P1. Ka 2 Ki) = 65 %
d. Petak ke 4 (G. 1 Ka) = 60 %
e. Petak ke 5 (G. 1 Ki) = 60 %

Sedangkan kebutuhan dasar tanaman padi seperti pada Tabel 5.5 dan palawija seperti pada Tabel 4.8, maka hasil keluaran analisis diperlihatkan pada Tabel 5.9.

Tabel 19. Kebutuhan air di Bangunan Pengambilan daerah irigasi Ploso

Setengah Bulan ke	Kebutuhan Air di Bendung (mm/dt)
1	0,61
2	0,59
3	0,45
4	0,41
5	0,49
6	0,53
7	0,46
8	0,00
9	0,85
10	0,85
11	0,66
12	0,66
13	0,65
14	0,65
15	0,51
16	0,00
17	0,71
18	0,71
19	0,53
20	0,56
21	0,56
22	0,43
23	0,38
24	0,08

3. Refleksi

Kebutuhan air irigasi adalah jumlah volume air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan evapontranspirasi, kehilangan air, kebutuhan air untuk tanaman dengan memperhatikan jumlah air yang diberikan oleh alam melalui hujan dan kontribusi air tanah. Kebutuhan air sawah untuk padi ditentukan oleh faktor-faktor berikut :

- penyiapan lahan
- penggunaan konsumtif
- perkolasi dan rembesan
- pergantian lapisan air
- curah hujan efektif.

Untuk lebih memahami tentang Kebutuhan Air Irigasi, hal-hal yang perlu Anda pelajari adalah (1) memahami Evaporasi, transpirasi dan evapotranspirasi (2) memahami Faktor-faktor yang mempengaruhi evapotranspirasi, (3) memahami Konsep evapotranspirasi, 4) memahami Kebutuhan air tanaman dan irigasi

4. Tugas

Tugas bisa dilakukan secara individual maupun kelompok. Pahami materi pada Kegiatan Belajar 5 tentang Kebutuhan Air irigasi. Tanyakan kepada guru, apabila ada hal-hal yang kurang dipahami. Cari informasi dari berbagai sumber Kebutuhan Air irigasi. Setelah didapatkan berbagai informasi mengenai tentang Sumber Air irigasi, buatlah rangkuman untuk dibuat laporan atau dipresentasikan di depan kelas. Dengan bimbingan guru, informasi yang didapat dapat digunakan untuk melengkapi informasi yang didapat dari buku teks ini.

Lakukan tugas yang ada pada Lembar Kerja Peserta Didik

5. Tes Formatif

C. Penilaian

Pada Kegiatan Belajar Pembelajaran 4 Sumber Air Irigasi, penilaian terdiri dari penilaian sikap, penilaian pengetahuan, penilaian keterampilan.

1. Penilaian Sikap

Penilaian sikap terdiri dari penilaian sikap spiritual dan sikap sosial (Teliti). Lembaran ini diisi oleh guru/peserta didik/teman peserta didik, untuk menilai sikap peserta didik. Berilah tanda cek (√) pada kolom skor sesuai sikap yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria (rubrik) sebagai berikut :

4 = selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan

3 = sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan

2 = kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan

1 = tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Skor akhir menggunakan skala 1 sampai 4

Perhitungan skor akhir menggunakan rumus :

$$\text{Skor Akhir} = \frac{\text{Perolehan Skor}}{\text{Skor tertinggi}} \text{x}\, 4$$

Contoh :

Skor diperoleh 14, skor tertinggi 4 x 5 pernyataan = 20, maka skor akhir :

$$\text{Skor Akhir} = \frac{14}{20} \text{x}\, 4 = 2.8$$

Peserta didik memperoleh nilai :

Sangat Baik : apabila memperoleh skor 3.20 – 4.00 (80 – 100)

Baik : apabila memperoleh skor 2.80 – 3.19 (70 – 79)

Cukup : apabila memperoleh skor 2.40 – 2.79 (60 – 69)

Kurang : apabila memperoleh skor kurang 2.40 (kurang dari 60%)

a. Sikap Spiritual

Nama Peserta Didik : …………………

Kelas : …………………

Tanggal Pengamatan : …………………..

Materi Pokok : …………………..

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
1.	Berdoa sebelum dan sesudah melakukan sesuatu				
2.	Memberi salam pada saat awal dan akhir presentasi sesuai agama yang dianut				
3.	Mengucapkan syukur ketika berhasil mengerjakan sesuatu.				
4.	Berserah diri (tawakal) kepada Tuhan setelah berikhtiar atau melakukan usaha				
5.	Memelihara hubungan baik dengan sesama umat ciptaan Tuhan Yang Maha Esa				
Jumlah Skor					

b. Sikap Sosial (Teliti)

Nama Peserta Didik : …………………

Kelas : …………………

Tanggal Pengamatan : …………………..

Materi Pokok : …………………..

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
1.	Teliti dalam membaca buku teks				
2.	Teliti dalam mencari bahan informasi				
3.	Teliti dalam membaca bahan informasi				
4.	Teliti pada saat praktek				
5.	Teliti dalam membuat laporan/ presentasi				
Jumlah Skor					

2. Penilaian Pengetahuan

Penilaian pengetahuan terdiri dari Penilaian Tugas dan Penilaian Tes Tertulis.

a. Penilaian Tugas

Penilaian tugas berupa penilaian laporan dan atau penilaian presentasi hasil tugas. Lembaran ini diisi oleh guru, untuk menilai hasil tugas peserta didik. Berilah tanda cek (√) pada kolom skor sesuai nilai tugas yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria (rubrik) sebagai berikut

No.	**Aspek Yang Dinilai**	**Nilai**			
		1	**2**	**3**	**4**
1.	Pemahaman materi pada buku teks	Tidak dipahami	Kurang dipahami	Hampir dipahami	Dipahami
2.	Hasil Pengumpulan informasi	Tidak sesuai	Kurang sesuai	Hampir sesuai	Sesuai
3.	Penyusunan Laporan	Tidak sesuai	Kurang sesuai	Hampir sesuai	Sesuai
4.	Presentasi	Tidak sesuai	Kurang sesuai	Hampir sesuai	Sesuai

Nama Peserta Didik : …………………..

Kelas : …………………..

Tanggal Pengamatan : …………………...

Materi Pokok : …………………...

No	Aspek Pengamatan	Skor (S)				Nilai
		1	2	3	4	
1.	Pemahaman materi pada buku teks					
2.	Hasil Pengumpulan informasi					
3.	Penyusunan Laporan					
4.	Presentasi					
Jumlah Tertinggi						

Catatan : Apabila tidak menggunakan presentasi, maka Skor Tertinggi adalah = 3 X 4 = 12 , sedang apabila menggunakan presentasi, maka Skor Tertinggi adalah = 4 X 4 = 16.

b. Penilaian Tes Tertulis

No	Soal Tes Tertulis	Skor
1.	Apa permasalahan utama sumber daya air di Indonesia ?	
	Permasalahan utama ketersediaan sumber daya air di Indonesia merupakan persoalan pokok dalam bidang pertanian. Pada musim hujan, ketersediaannya lebih dari cukup, bahkan berlebihan, sehingga menyebabkan banjir. Namun pada musim kemarau, ketersediaanya sangat sedikit, dan di daerah tertentu dapat menyebabkan kekeringan dan membahayakan tanaman.	
2.	Dalam praktik sehari-hari, sumber air irigasi dapat dibedakan menjadi 3 kelompok, jelaskan.	
	Dalam praktik sehari-hari sumber air dalam irigasi dapat digolongkan dalam 3 (tiga) golongan, yaitu, (1) mata air, (2) Air tanah, dan (3) Air sungai. • Mata air adalah air yang terdapat di dalam tanah, seperti sumur, air artesis, dan air tanah. Air tersebut banyak mengandung zat terlarut sehingga mineral bahan makan tanaman sangat kurang dan pada umumnya konstan. • Air sungai yaitu air yang terdapat di atas permukaan tanah. Air tersebut banyak mengandung lumpur yang mengandung mineral sebagai bahan makan makanan, sehingga sangat baik untuk pemupukan dan juga suhunya lebih rendah daripada suhu atmosfer. Air sungai ini berasal dari dua macam sungai, yaitu sungai kecil yang debit airnya berubah-ubah dan sungai besar.	

	• Air Waduk, yaitu air yang terdapat di permukaan tanah, seperti pada sungai. Air waduk di sisni dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu waduk alami dan waduk buatan manusia. Air waduk juga dibedakan menjadi dua macam menurut keuntungan yang diperoleh, yaitu waduk multi purpose atau waduk dengan keuntungan yang diperoleh lebih dari satu.	
3.	Apa yang dimaksud dengan siklus hidrologi ?	
	Siklus hidrologi adalah perputaran air yang tidak pernah berhenti dari atmosfir ke bumi dan kembali lagi ke atmosfir melalui serangkaian proses seperti, evaporasi transpirasi, kondensasi dan turun sebagai hujan dipermukaan bumi mengisi tanah dan cekungan dipermukaan bumi. Kemudian menjadi sumber air yang diperlukan dalam kehidupan.	
4.	Jelaskan 3 faktor utama pembentukan hujan !	
	Proses berlangsungnya pembentukan hujan melibatkan tiga faktor utama, yaitu: • Kenaikan masa uap air ke tempat yang lebih atas sampai saatnya atmosfer menjadi jenuh. • Terjadi kondensasi atas partikel-partikel uap air kecil di atmosfer. • Partikel-partikel uap air tersebut bertambah besar sejalan dengan waktu untuk kemudian jatuh ke bumi dan permukaan laut karena gaya gravitasi.	
5.	Sebutkan jenis-jenis hujan yang umumnya terbentuk di daerah tropis!	
	Berdasarkan proses pembentukan hujan yang umum dijumpai di daerah tropis dapat dibedakan menjadi tiga tipe, yaitu (1) hujan konvektif, (2) hujan frontal, (3) hujan orografik	
6.	Jelaskan cara perhitungan curah hujan !	
	Perhitungan curah hujan dapat dilakukan untuk waktu harian, bulanan, dan tahunan pada suatu tempat dapat digunakan tiga cara, yaitu, (1) rata-rata aritmatik, (2) poligon Thiessen, dan (3) isohyet.	
7.	Jelaskan apa yang dimaksud dengan intensitas curah hujan !	
	Intensitas hujan adalah jumlah hujan per satuan waktu. Untuk mendapatkan nilai intensitas hujan di suatu tempat maka alat penakar hujan yang digunakan harus mampu mencatat besarya volume hujan dan waktu mulai berlangsungnya hujan sampai hujan tersebut berhenti. Dalam hal ini alat penakar hujan yang dapat diman-faatkan adalah alat penakar hujan otomatis. Alat penakar hujan standar juga dapat digunakan asal waktu selama hujan berlangsung diketahui. Intensitas	

	hujan atau jumlah hujan per satuan waktu biasa dinyatakan dalam satuan milimeter per jam.	
8.	Apa yang dimaksud dengan sungai ?	
	Sungai adalah torehan atau guratan bentukan alam di permukaan bumi yang terbentang dari pegunungan sampai ke laut. Daerah dimana sungai memperoleh air merupakan suatu daerah penangkapan hujan yang biasanya disebut dengan daerah aliran sungai (DAS).	
9.	Sebutkan pola-pola aliran pada sungai !	
	Pola aliran sungai yang terdapat antara lain (1) radial, (2) rectangular, (3) trellis dan (4) dendritik.	
10.	Jelaskan pembagian kelompok air sesuai dengan PP 82 tahun 2001	
	Klasifikasi dan kriteria kualitas air di Indonesia diatur dalam Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001. Berdasarkan Peraturan Pemerintah tersebut, kualitas air diklasifikasi-kan menjadi empat kelas yaitu: • Kelas I: dapat digunakan sebagai air minum atau untuk keperluan konsumsi lainnya • Kelas II: dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan dan mengairi tanaman • Kelas III: dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan dan mengairi tanaman • Kelas IV: dapat digunakan untuk mengairi tanaman	
11.	Jelaskan parameter kualitas fisik air !	
	Parameter kualitas air secara fisik adalah dengan mengukur parameter seperti suhu, muatan sedimen, kecepatan aliran, ukuran batuan dasar sungai, turbiditas/kekeruhan, warna, bau, keadaan kanopi dan jenis vegetasi.	
	Skor Tertinggi	100

$$\text{Nilai tes tertulis peserta didik} = \frac{\text{Skor yang diperoleh peserta didik}}{\text{Skor Tertinggi}} \times 100$$

3. Penilaian Keterampilan

Penilaian keterampilan terdiri dari penilaian praktek pada saat melaksanakan lembar lerja.

Lembaran ini diisi oleh guru, untuk menilai keterampilan peserta didik. Berilah tanda cek (√) pada kolom skor sesuai kemampuan yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria (rubrik) sebagai berikut :

4 = dilaksanakan dengan cara yang benar, dan lancar

3 = dilaksanakan dengan cara yang benar, namun tidak lancar

2 = dilaksanakan, namun caranya salah

1 = tidak dilaksanakan

No	Aspek yang dinilai	Skor				Nilai
		1	2	3	4	
1.	Menentukan jenis system irigasi					
2.	Mengenali komponen-komponen system irigasi					
3.	Menjelaskan prinsip kerja					
4.	Catatan sumber air irgasi, kapasitas dan pembagian air					
5.	Laporan dan presentasi					
	Jumlah skor					

$$\text{Nilai tes pratek peserta didik} = \frac{\text{Skor yang diperoleh peserta didik}}{\text{Skor Tertinggi}} \times 100$$

Kegiatan Pembelajaran 5. Penjadwalan Irigasi

A. Deskripsi

Kegiatan Pembelajaran 5 tentang Penjadwalan Irigasi berisikan 3 materi yang dibahas secara runtun, yaitu (1) Penjadwalan irigasi berdasarkan kebutuhan air irigasi, (2) Penjadwalan air berdasarkan kebutuhan tanaman, (3) Variasi Penjadwalan.

B. Kegiatan Belajar

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari kegiatan pembelajaran 6 tentang Penjadwalan irigasi, diharapkan Anda dapat ;

a. Menganalisis penjadwalan irigasi berdasarkan kebutuhan air irigasi;
b. Menganalisis penjadwalan berdasarkan kebutuhan tanaman
c. Menganalisis variasi penjadwalan.

2. Uraian Materi

Penjadwalan Air Irigasi

Pada kondisi musim kemarau, dimana terjadi kekurangan air (*deficit*) maka tidak dapat dilakukan penanaman padi sepanjang tahun. Namun dengan kondisi yang demikian, masih memungkinkan dilakukan penanaman padi sepanjang tahun namun dengan beberapa kriteria. Salah satu cara yang bisa dilakukan untuk mengatasi kekurangan air adalah dengan penjadwalan pemberian air irigasi, dengan pengaturan pola tanam. Penjadwalan pemberian air irigasi dapat dilakukan pberdasarkan pada ukuran kebutuhan air harian atau penjadwalan berdasarkan perhitungan kebutuhan air tanaman.

Sebelum membahas tentang penjadwalan air irigasi, sebaiknya dipahami terlebih dahulu tentang pola tanam, karena pola tanam erat kaitannya dengan pemberian air irigasi.

a. Pengertian pola tanam

Pola tanam adalah merupakan suatu urutan tanam pada sebidang lahan dalam satu tahun, termasuk didalamnya masa pengolahan tanah. Pola tanam merupakan bagian atau sub sistem dari sistem budidaya tanaman, maka dari sistem budidaya tanaman ini dapat dikembangkan satu atau lebih sistem pola tanam. Pola tanam ini diterapkan dengan tujuan memanfaatkan sumber daya secara optimal dan untuk menghindari resiko kegagalan.

Pola tanam di daerah tropis, biasanya disusun selama satu tahun dengan memper-hatikan curah hujan, terutama pada daerah atau lahan yang sepenuhnya tergantung dari hujan. Maka pemilihan jenis/varietas yang ditamanpun perlu disesuaikan dengan keadaan air yang tersedia ataupun curah hujan.

Pola tanam terbagi dua yaitu pola tanam monokultur dan pola tanam polikultur. Pola tanam monokultur adalah teknik penanaman dalam kegiatan budidaya pertanian dengan menanam tanaman sejenis di suatu lahan. Misalnya sawah ditanami padi saja, jagung saja, atau kedelai saja. Sedangkan pola tanam polikultur ialah teknik penerapan penanaman pada kegiatan budidaya pertanian dengan menanam lebih dari satu jenis tanaman pada satu bidang lahan yang terusun dan terencana dengan menerapkan aspek lingkungan yang lebih baik. Adapun tujuan penerapan penanaman secara monokultur adalah meningkatkan efisiensi penggunaan air dan meningkatkan produksi hasil pertanian.

Pengetahuan mengenai pola tanam sangat perlu bagi petani. Sebab dari usaha tani yang dilakukan, diharapkan dapat mendatangkan hasil yang maksimal. Tidak hanya hasil yang menjadi objek, bahkan keuntungan maksimum dapat didapat dengan tidak mengabaikan pengawetan tanah dan menjaga kestabilan kesuburan tanah.

b. Jenis-jenis Pola Tanam

1) Monokultur

Pertanian monokultur adalah pertanian dengan menanam tanaman sejenis. Misalnya sawah ditanami padi saja, jagung saja, atau kedelai saja. Tujuan menanam secara monokultur adalah meningkatkan hasil pertanian. Penanaman monokultur menyebab-kan terbentuknya lingkungan pertanian yang tidak mantap. Buktinya tanah pertanian harus diolah, dipupuk dan disemprot dengan insektisida. Jika tidak, tanaman pertanian mudah terserang hama dan penyakit. Jika tanaman pertanian terserang hama, maka dalam waktu cepat hama itu akan menyerang wilayah yang luas. Petani tidak dapat panen karena tanamannya terserang hama. Kelebihan sistem ini yaitu teknis budidayanya relatif mudah karena tanaman yang ditanam maupun yang dipelihara hanya satu jenis. Di sisi lain, kelemahan sistem ini adalah tanaman relative mudah terserang hama maupun penyakit.

2) Polikultur

Polikultur berasal dari kata poli yang artinya banyak dan kultur artinya budaya. Polikultur ialah pola pertanian dengan banyak jenis

tanaman pada satu bidang lahan yang terusun dan terencana dengan menerapkan aspek lingkungan yang lebih baik.

Dengan pemilihan tanaman yang tepat, sistem ini dapat memberikan beberapa keuntungan, antara lain sebagai berikut :

a. Mengurangi serangan hama penyakit tanaman, karena tanaman yang satu dapat mengurangi serangan lainnya. Misalnya bawang daun dapat mengusir hama aphids dan ulat pada tanaman kubis karena mengeluarkan bau allicin,
b. Menambah kesuburan tanah. Dengan menanam kacang-kacangan kandungan unsur N dalam tanah bertambah karena adanya bakteri Rhizobium yang terdapat dalam bintil akar. Dengan menanam yang mempunyai perakaran berbeda, misalnya tanaman berakar dangkal ditanam berdampingan dengan tanaman berakar dalam, tanah disekitarnya akan lebih gembur.
c. Siklus hidup hama atau penyakit dapat terputus, karena sistem ini dibarengi dengan rotasi tanaman dapat memutus siklus hama dan penyakit tanaman.
d. Memperoleh hasil panen yang beragam. Penanaman lebih dari satu jenis tanaman akan menghasilkan panen yang beragam. Ini menguntungkan karena bila harga salah satu komoditas rendah, dapat ditutup oleh harga komoditas lainnya.

Kekurangan sistem polikultur adalah:

a. Terjadi persaingan unsur hara antar tanaman,
b. Hama dan penyakit tanaman banyak sehingga sulit dalam pengendaliannya.

3) Jenis-jenis Polikultur

Pola tanam polikultur dapat dibedakan menjadi beberapa jenis, yaitu:

Tumpang sari (*Intercropping*)

Tumpangsari adalah penanaman lebih dari satu tanaman pada waktu yang bersamaan atau selama periode tanam pada satu tempat yang sama. Beberapa keuntungan dari sistem tumpangsari antara lain pemanfaatan lahan kosong disela-sela tanaman pokok, peningkatan produksi total persatuan luas karena lebih efektif dalam penggunaan cahaya, air serta unsur hara, disamping dapat mengurangi resiko kegagalan panen dan menekan pertumbuhan gulma

Keuntungan tumpang sari yaitu:

- Mencegah dan mengurangi pengangguran musim tanam
- Memperbaiki keseimbangan gizi masyarakat petani
- Adanya pengolahan tanah yang minimal
- Jika tanaman tumpang sari berhasil semua, masih dapat diperoleh nilai tambah
- Mengurangi erosi dan jika salah satu tanaman gagal panen, dapat diperoleh tanaman yang satu lagi.

Salah satu jenis tanaman yang dapat dijadikan sebagai tanaman sela pada tanaman jagung adalah tanaman kedelai. Tanaman jagung dan kedelai memungkinkan untuk ditumpangsari karena tanaman jagung menghendaki nitrogen tinggi, sementara kedelai dapat memfiksasi nitrogen dari udara bebas sehingga kekurangan nitrogen pada jagung terpenuhi oleh kelebihan nitrogen pada kedelai. Jagung dan kedelai yang ditanam secara tumpang sari akan terjadi kompetisi dalam memperebutkan unsur hara, air dan sinar matahari. Sehingga

pengaturan sistem tanam dan pemberian pupuk sangat penting untuk mengurangi terjadinya kompetisi tersebut.

Gambar 40. Pola Tanam Tumpang Sari

Tumpang gilir (Multiple Cropping),

Tumpang gilir adalah pola tanam yang dilakukan secara beruntun sepanjang tahun dengan mempertimbangkan faktor-faktor lain untuk mendapat keuntungan maksimum.

Faktor-faktor tersebut adalah :

- Pengolahan yang bisa dilakukan dengan menghemat tenaga kerja, biaya pengolahan tanah dapat ditekan, dan kerusakan tanah sebagai akibat terlalu sering diolah dapat dihindari
- Hasil panen secara beruntun dapat memperlancar penggunaan modal dan meningkatkan produktivitas lahan
- Dapat mencegah serangan hama dan penyakit yang meluas
- Kondisi lahan yang selalu tertutup tanaman, sangat membantu mencegah terjadinya erosi

- Kondisi lahan yang selalu tertutup tanaman, sangat membantu mencegah terjadinya erosi
- Sisa komoditi tanaman yang diusahakan dapat dimanfaatkan sebagai pupuk hijau. Contoh: jagung muda, padi gogo, kedelai, kacang tanah, dan lain-lain.

Gambar 41. Pola tanam jagung dan kacang tanah

Tanaman Bersisipan (*Relay Cropping*),

Pola tanam bersisipan (relay cropping) adalah pola tanam dengan menyisipkan satu atau beberapa jenis tanaman selain tanaman pokok (dalam waktu tanam yang bersamaan atau waktu yang berbeda).

Pada umumnya tipe ini dikembangkan untuk mengintensif penggunaan lahan. Dengan demikian kemampuan lahan untuk menghasilkan sesuatu produk pangan semakin tergali. Oleh karena itu pengelola dituntut untuk semakin jeli menentukan tanaman apa yang perlu disisipkan agar waktu dan nilai ekonomisnya dapat membantu dalam usaha meningkatkan pendapatan.

Pola Tanam Campuran (*Mixed Cropping*)

Merupakan penanaman terdiri beberapa tanaman dan tumbuh tanpa diatur jarak tanam maupun larikannya, semua tercampur jadi satu. Lahan efisien, tetapi riskan terhadap ancaman hama dan penyakit. Contoh: tanaman campuran seperti jagung, kedelai, ubi kayu.

Gambar 42. Pola Tanam Campuran

Pola Tanam Bergiliran (*Sequential Planting*)

Pola tanam bergiliran (sequential planting) adalah pola penanaman dua jenis tanaman atau lebih yang dilakukan secara bergiliran. Setelah tanaman yang satu panen kemudian baru ditanam tanaman berikutnya pada sebidang lahan tersebut.

Gambar 43. Pola Tanam Bergiliran

c. Perbedaan Tumpang Sari dan Monokultur

Tumpang sari	Monokultur
• Akan terjadi peningkatan efisiensi (tenaga kerja, pemanfaatan lahan maupun penyerapan sinar matahari)	• Tidak terjadi peningkatan efisiensi
• Populasi tanaman (berbeda) dapat di atur sesuai yang dikehendaki	• Tidak dapat mengatur populasi, karena hanya terdapat satu jenis
• Dalam satu areal diproduksi lebih dari satu komonitas	• Hanya memproduksi satu komonitas
• Tetap mempunyai peluang mendapat-kan hasil manakala satu jenis tanaman yang diusahakan gagal	• Tidak ada peluang bila satu jenis tanaman yang diusahakan gagal
• Kombinasi beberapa jenis tanaman dapat menciptakan beberapa jenis tanaman dapat menciptakan stabilitas biologis sehingga dapat menekan serangan hama dan penyakit serta mempertahankan kelestarian sumber daya lahan dalam hal ini kesuburan tanah.	• Kombinasi beberapa jenis tanaman dapat menciptakan beberapa jenis tanaman dapat menciptakan stabilitas biologis sehingga dapat menekan serangan hama dan penyakit serta mempertahankan kelestarian sumber daya lahan dalam hal ini kesuburan tanah.

Syarat – syarat Tumpang Sari

- Tanaman berasal dari family yang sama agar pola pertumbuhan dan bahan makanan yang diperlukan sama dan tidak saling menghambat pertumbuhan
- Bagian tanaman yang dipanen setidaknya harus sama agar hama yang akan menyerang tidak focus pada satu jenis tanaman saja
- Syarat tumbuh tanaman harus diperhatikan agar tidak saling berebut kebutuhan nutrisi.
- Sistem perakaran harus berbeda, jika sistem perakaran sama maka tanaman tersebut akan memperebutkan unsure hara yang terkandung dalam tanah yang dapat mengakibatkan penghambatan tubuh tanaman.

Pola tanam dapat disusun sesuai kebutuhan petani. Pemilihan jenis tanaman budidaya umumnya disesuaikan dengan kebutuhan pasar. Diketahuinya ketersediaan air disuatu daerah dengan adanya neraca air maka penentuan pola tanam dalam satu tahun dapat diatur sehingga lahan dapat dimanfaatkan secara maksimal. Penentuan pola tanam sangat dipengaruhi ketersediaan air. Maka dari itu, ketika waktu defisit air penentuan pola tanam akan berbeda jika air dapat ditambahkan ataupun tidak dapat diberikan penambahan air. Berikut akan diberikan lima contoh model pola tanam:

d. Pemberian Air dan dan Variasi Jadwal Irigasi

1) Pola Tanam Padi - Padi - Padi

Jika dalam satu tahun akan ditanam padi sebanyak tiga kali maka varietas padi yang digunakan adalah varietas genjah agar umurnya lebih pendek sehingga saat surplus air dapat dimanfaatkan penanaman hingga panen.

Awal bulan Nopember merupakan awal musim hujan namun pada dekade pertama masih terjadi defisit air. Maka penanaman padi kesatu dapat mulai. Jika persiapan hingga panen memerlukan waktu empat bulan maka saat penanaman padi kedua yaitu pada bulan maret masih terdapat air, namun bulan April hingga Juni terjadi defisit air. Maka varietas padi yang ditanam mengunakan padi lahan kering. Penanaman padi ketiga pada bulan Juli jika tetap tidak dapat diusahakan pengairan maka padi yang ditanam menggunakan varietas lahan kering.

2) Pola Tanam Padi - Padi - Palawija

Penanaman dengan pola tanam padi-padi-palawija dapat dimulai dengan penanaman padi pertama saat awal musim yaitu awal Nopember. Persiapan dimulai bulan Oktober sehingga awal musim penanaman telah siap. Pada bulan Februari penanaman padi kedua dapat dilaksanakan sehingga pada waktu defisit air yaitu pada bulan Juni hingga oktober dapat digunakan untuk penanaman palawija dan pengolahan tanah.

3) Pola Tanam Padi - Padi - Bero

Untuk memperbaiki keadaan tanah maka disamping dilakukan penanaman dapat juga dilakukan pemberoan (tidak ditanami, sawah dibiarkan). Jika padi ditanam dua kali seperti pola tanam padi-padi-palawija maka waktu penanaman palawija dapat digunakan untuk pemberoan dan pengolahan tanah. Waktu penanaman padi dapat disamakan dengan pola tersebut.

4) Pola Tanam Padi - Palawija - Bero

Menurut rekomendasi Oldeman, pola tanam yang sesuai untuk tipe iklim ini yaitu hanya mungkin satu kali padi atau satu kali palawija setahun tergantung pada adanya persediaan air irigasi. Pola tanam ini sesuai dengan rekomendasi Oldeman maka penanaman padi dapat dilakukan saat terjadi surplus air yaitu pada bulan Nopember hingga Maret. Dengan waktu lima bulan ini maka pertumbuhan padi dapat dioptimalkan.

Sedangkan penanaman palawija ini dapat disesuaikan dengan jenis palawija dengan kebutuhannya terhadap air. Jika palawija yang ditanam tidak terlalu tahan kekeringan maka penanamannya dapat dilakukan bulan Maret disesuaikan saat surplus air sehingga waktu untuk penanaman padi lebih dimajukan dan sisanya untuk palawija. Jika palawija yang ditanam tahan terhadap kekeringan maka penanamannya dapat dilakukan bulan april kemudian dilakukamn pemberoan.

5) Pola Tanam Padi - Padi

Jika penanaman padi akan dilaksanakan dua kali dalam satu tahun tanpa kegiatan lagi. Maka penanaman padi pertama dilakuka saat surplus air yaitu bulan nopember hingga maret. Sedangkan penanaman padi kedua dapat digunakan padi lahan kering yang ditanam setelah padi kedua. Varietas padi dapat menggunakan varietas berumur panjang karena dalam satu tahun hanya dilakukan dua kali penanaman.

Tabel 20. Pola tanam

Ketersedaian Air untuk Jaringan	Pola Tanam Dalam satu Tahun
a. Tersedia air cukup banyak	Padi – Padi – Palawija
b. Tersedia air dalam jumlah cukup	Padi-Padi – Bera
	Padi-Palawija-Palawija
c. Daerah yang cenderung kekurangan air	Padi- Palawija-Bera Palawija- Padi – Bera

Pada kondisi ketersediaan air yang terbatas, maka pemberian air harus mempertim-bangkan efisiensi, optimalisasi dan penghematan air. Salah satu cara yang bisa dilakukan adalah dengan membuat jadwal pemberian air iirgasi.

Waktu pemberian air ditentukan berdasarkan ciri fisik tanaman, tanah dan kondisi iklim, karena merupakan salah satu bahan pokok bagi tanaman. Karena 50 – 90% sel tanaman teridiri dari air. Dengan demikian peranan air sangat penting dan menentukan terhadap pertumbuhan tanaman dan pada akhirnya sangat menentukan terhadap keberhasilan produksi pertanian.

Mengingat pentingnya peranan air bagi tanaman maka masalah air harus menjadikan prioritas utama jika akan dilakukan budidaya suatu tanaman, karena tidak diketahui bahwa kelebihan dan kekurangan air

bagi tanaman akan berakibat buruk pada pertumbuhan dan produksi tanaman tersebut.

Jumlah air dan waktu pemberian air untuk tanaman ditentukan baik faktor intern yaitu tanaman itu sendiri maupun faktor ekstern yaitu lingkungan.

Faktor internal ini adalah bagaimana ciri-ciri fisik tanaman terhadap kelebihan dan kekurangan air sedang faktor ekstern bagaimana kondisi lingkungannya dalam menunjang kelangsungan hidup tanaman tersebut. Faktor ekstern ini meliputi kandungan air dalam tanah dan kondisi iklim yang menentukan jumlah dan keberadaan air yang diperlukan oleh tanaman.

6) Berdasarkan ciri-ciri fisik tanaman

Tanaman yang mengalami kelebihan air didaerah perakarannya, maka pada umumnya tanaman-tanaman tersebut akan mengalami kendala pada pertumbuhan dan produksinya. Hal ini dikarenakanpada tanah yang jenuh air bahkan tergenang pada daerah perakarannya, maka akar tanaman tidak dapat bernafas karena tidak tersedianya udara didalam tanah. Dengan demikian tanaman akan terganggu kelangsungan hidupnya. Disamping itu kelebihan air akan menyebabkan mikro-organisme dalam tanah yang menguntungkan terganggu aktifitasnya sahingga akan merugikan terhadap pertumbuhan tanaman tersebut, sehingga produksinya menurun.

Pada tanaman yang mengalami kekurangan air, mula-mula ditandai dengan terjadinya layu sementara dimana pada kondisi tersebut tanaman terlihat layu pada siang hari namun pada sore dan pagi harinya tampak segar kembali. Selanjutnya bila tanaman tidak diberi air

baik dari air hujan maupun irigasi tanaman akan mengalami layu permanen dimana tanaman akan tetap layu baik siang maupun pagi harinya. Kondisi layu permanen ini tidak dapat lagi ditasi meskipun tanaman diberi air. Akibat selanjutnya tanaman akan mengering dimulai dari pucuk dan tepi daun kemudian daun akan mengering seluruhnya dan pada akhirnya tanaman mati.

Sebagai contoh dari pemberian air atau penggenangan yang berlebihan akan berakibat kurang baik terhadap tanaman padi antara lain yaitu :

1. Akan merangsang pertumbuhan memanjang tanaman padi, dan bila lebih tinggi lagi tanaman akan mudah roboh dan lebih banyak dihasilkan jerami.
2. Menghambat pertumbuhan anakan, karena tergenang dalam maka tunas-tunas yang akan tumbuh ikut terhambat pula. Akhirnya produksi akan berkurang.
3. Mengakibatkan tanaman kurang dapat mengambil unsur hara yang dibutuhkan. Atau pada waktu pemupukan dan terlalu banyak air ada kemungkinan pupuk yang larut dalam air ikut terbuang ke petak sawah lainnya.
4. Penggenangan yang terlalu dalam dan lama dapat merubah sifat-sifat dari tanah sawah antara lain, (1) kandungan O_2 yang sedikit, (2) kandungan CO_2 yang berlebihan, (3) terjadi akumulasi H_2S

Adapun pengaruh kekurangan air terhadap pertumbuhan dan produksi padi antara lain adalah :

1. Pada masa pengolahan tanah kekurangan air pengolahan tanah menjadi sukar, dan rumput-rumput yang tumbuh tidak ikut terbenam ke dalam air sehingga sulit untuk memberantasnya.
2. Pada masa pertumbuhan terutama sebelum daun-daun padi menutup tanah tanpa penggenangan mengakibatkan tumbuhnya

tanaman pengganggu yang berlebihan. Sehingga menyulitkan dalam penyiangan tanaman.

3. Kekurangan air yang akibatnya sangat fatal dan mungkin kegagalan panen pda masa padi mulai primordia sampai dengan berakhirnya masa pembungaan. Akibat yang ditimbulkan ada hampanya dari butirbutir padi.
4. Akibat sampingan dari kekurangan air pada tanaman padi antara lain timbulnya serangan hama misalnya "ulat grayak". Karena tanahtanah menjadi pecah akibat kekurangan air merupakan tempat yang nyaman untuk bersembunyi.

Tanaman pada membutuhkan pengeringan pada saat-saat tertentu misalnya :

1. Pada saat penyiangan dan pemupukan agar dapat tercapai hasil antara lain, penyiangan yang bersih, penyerapan pupuk efektif dan menambah suhu tanah, aerasi tanah untuk mengaktifkan perakaran tanaman.
2. Pada saat kira-kira lima belas hari sebelum panen dimaksudkan agar pemasakan butir-butir padi dapat seragam dan sempurna, memudahkan dalam memanen padi dan mengurangi kehilangan padi pada waktu panen.

7) Berdasarkan Kondisi Fisik Tanah

Berdasarkan pada kondisi fisik, maka ketersediaan air yang ada didalam tanah baik yang berasal dari irigasi maupun air hujan berada dalam kondisi, yaitu:

(1) Air Gravitasi yaitu air yang menempati sebagian besar dari pori-pori tanah, namun akan bergerak kebawah karena pengaruh gaya

gravitasi. Air gravitasi mencapai maksimum terjadi pada saat tanah jenuh air.

(2) Kapasitas Lapang yaitu Kondisi dimana kemampuan tanah untuk menahan air setelah tidak lagi dipengaruhi oleh gaya gravitasi.

(3) Air Kapiler yaitu air yang terbentuk karena adanya tegangan permukaan di dalam pori-pori tanah. Air kapiler maskimum terjadi ketika air gravitasi hilang. Air kapiler ini merupakan sumber air yang dapat digunakan oleh tanaman.

(4) Kadar Air Layu Permanen yaitu kondisi air dalam tanah pada saat tanaman menjadi layu permanen karena tanaman tidak mampu lagu menarik air dari tanah.

(5) Air Higroskapis yaitu kondisi air yang merupakan lapisan tipis mengelilingi partikel/butir tanah. Air ini melihat sangat luas sehingga tidak tersedia bagi tanaman. Diperkirakan jenis air ini hanya akan lepas dalam kasus kemarau panjang.

Air yang tersedia bagi tanaman berada antara kapasitas lapang dengan kadar air titik layu tetap/permanent atau berada pada air kapiler. Untuk mendeteksi kelembaban air dalam tanah dapat dilakukan dengan cara vusial maupun dengan menggunakan alat. Secara visual dengan cara mengamati tanah dengan mata, apakah tanah jenuh air, lembab atau kering, akan tetapi untuk menentukan kondisi air secara akurat apakah tanah itu berada pada kondisi kapasitas lapang, titik layu permanent dan sebagainya tidak dapat dilakukan secara visual. Oleh karena itu perlu dibantu dengan menggunakan alat dan salah satu alat untuk mendeteksi kondisi air dalam tanah adalah tensiometer. Tensiometer adalah alat sederhana yang digunakan untuk mengukur tegangan air dalam tanah.

Alat ini terdiri dari 3 (tiga) bagian utama yaitu, (1) keramik berpori pada ujung tensiometer, (2) pengukur tegangan/tekanan (*vacuum gauge*), (3) tabung yang berisi air.

Gambar 44. Tensiometer

Cara penggunaan alat tensiometer adalah dengan memasukan ujung keramik ke dalam tanah pada kedalaman yang ingin diukur tegangan air tanahnya. Pada saat tanah mengalami kekeringan air dalam tabung akan turun melalui keramik berpori. Karena air dalam tabung keluar, maka terdapat ruang hampa pada tabung keluar, maka terdapat ruang hampa pada tabung dan terbaca pada pengukur tegangan/ tekanan.

Jika dua atau tiga tensiometer dipasang pada kedalaman yang berbeda pada areal tanah yang sama, ini dapat digunakan untuk memperoleh gambaran kadar air tanah pada berbagai keadaan. Hal ini sangat

bermanfaat untuk menentukan langkah selanjutnya tindakan apakah yang perlu dilakukan setelah mengetahui gambaran kadar air secara keseluruhan. Idealnya tensiometer dipasang pada areal pertamanan selama budidaya tanaman berlangsung agar dapat memberikan informasi yang sesuai dengan kebutuhan air irigasi dan tindakan drainase.

Pembacaan skala pada pengukur tegangan/tekanan air yang terdapat pada alat tersebut menunjukkan kondisi air tanah yang diukur. Satuan skala yang terkira pada alat adalah centibar, dan asli pembacaan skala tersebut menunjukkan kadar air dalam kondisi sebagai berikut :

0 – 10 centibar	=	Tanah jenuh air, tidak cukup udara dan perkembangan akar tergganggu
10 – 25 Centibar	=	kondisi ideal untuk tanaman
25 – 35 Centibar	=	harus diperhatikan terutama pada tanah pasir dan mulai diairi
35 – 40 Centibar	=	harus diperhatikan untuk mengairi (tanah berat)
> 40 Centibar	=	tanaman akan layu

8) Berdasarkan kondisi Iklim

Kondisi iklim yang berpengaruh terhadap keberadaan air tanah meliputi, (1) suhu udara, (2) Kelembaban Udara, (3) Curah Hujan.

Suhu udara

Pengaruh suhu udara terhadap keberadaan air dalam tanah karena terjadinya evaporasi, transpirasi dan evapotranspirasi. Evaporasi adalah penguapan air dari permukaan bumi, transpirasi adalah pengiuapan yang berasal dari tanaman sedang-kan evapotranspirasi dimana terjadinya penguapan baik, baik melalui suatu permukaan tanah/kolam, danau, sungai dan lain-lain maupun yang berasal dari tanaman secara bersamaan.

Dengan semakin meningkat suhu udara maka evapotranspirasi semakin besar sehingga kehilangan air dari dalam tanah semakin besar pula. Demikian pula bila suhu udara turun mencapai titik beku air, maka air yang ada dibumi tidak lagi tersedia bagi tanaman. Oleh karena ini dalam pemberian air untuk tanaman aspek suhu udara harus dipertimbangkan dengan seksama/cermat.

Kelembaban Udara

Kelembaban udara berpengaruh langsung terhadap evaporasi maupun evapotrans-pirasi semakin kering udara maka semakin besar evaporasi/ evapotranspirasi karena uap air dari dalam tanah akan mengisi udara diatas tanah sehingga akan terjadi kehilangan air dalam tanah. Hal ini terjadi pada daerah-daerah yang beriklim kering dengan ditandai bahwa pda daerah tersebut banyak ditumbuhi sarana/rumput yang mencirikan bahwa daerah tersebut kekurangan air. Oleh karena itu pada daerah ini, maka air merupakan factor pembatas dalam melakukan budidaya tanaman akan tetapi daerah tersebut sangat potensial untuk peternakan dimana rumput merupakan sumber makanan bagi ternak.

Alat untuk mengukur kelembaban udara dapat digunakan hygrometer atau thermo-meter basah kering (Dry wet bulb thermometer). Apabila digunakan hygrometer pada pengukuran kelembaban udara, maka tinggal melihat jarum penunjuk yang menya-takan berapa besar kelembaban saat itu di daerah atau lokasi dimana hygrometer ditempatkan.

Akan tetapi bila pengukuran dilakukan dengan menggunakan thermometer basah kering harus dilakukan perhitungan-perhitungan untuk mendapatkan hasilnya.

Cara pengukuran kelembaban udara dengan alat thermometer basah kering adalah bahwa alat tersebut terdiri atas thermometer kering, thermometer basah dan sebuah table. Cara mempergunakannya sebagai berikut :

a. Pada thermometer dapat dibaca berapa derajat thermometer basah dan berapa kering dan perbedaannya.
b. Table berisi temperatur basah dan perbedaan temperature bash dan kering dari 1° – 10°
c. Misal : Temperatur kering 18°C, Temperatur basah 15°C, Selisih = 3°C

Kemudian dicari pada table temperatur basah angka 15°C atau pada perbedaan temperatur basah kering pada angka 3° dicari titik pertemuannya. Disini ternyata pada angka 68. ini berarti kelembaban udara pada saat itu 68%.

Tabel 21. Persen kelembaban suhu

Suhu termometer bola basah °C		Selisih suhu termometer bola kering – bola basah															
	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
0		90	80	71	63	56	49	43	37	32	28	23	20	16	13		
1		90	81	72	65	58	51	45	40	35	30	26	22	19	16		
2		90	82	74	66	59	53	47	42	37	33	29	25	22	19		
3		91	82	75	67	61	55	49	44	39	35	31	27	24	21		
4		91	83	75	69	62	56	51	46	41	37	33	30	26	24		
5		91	84	76	70	64	58	53	48	43	39	35	32	29	26		
6		92	84	77	71	65	59	54	49	45	41	37	34	31	28		
7		92	85	78	72	66	61	56	51	47	43	39	36	33	30		
8		92	85	79	73	67	62	57	52	48	44	41	37	34	32		
9		93	86	79	74	68	63	58	54	50	46	42	39	36	33		
10		93	86	80	74	69	64	59	55	51	47	44	41	38	35		
11		93	87	81	75	70	65	60	56	52	49	45	42	39	36		
12		93	87	81	76	71	66	61	57	54	50	47	43	41	38		
13		94	87	82	76	71	67	63	58	55	51	48	45	42	39		
14		94	88	82	77	72	68	63	59	56	52	49	46	43	40		
15		94	88	83	78	73	68	64	60	57	53	50	47	44	42		
16		94	88	83	78	74	69	65	61	58	54	51	48	45	43		
17		94	89	83	79	74	70	66	62	59	55	52	49	46	44		
18		94	89	84	79	75	70	67	63	59	55	53	50	47	45		
19		94	89	84	80	75	71	67	63	60	56	54	51	48	46		
20		95	89	85	80	76	72	68	64	61	57	55	52	49	47		
21		95	90	85	80	76	73	68	65	62	58	55	53	50	47		
22		95	90	85	81	77	73	69	66	62	58	56	53	51	48		
23		95	90	86	81	77	73	70	66	63	59	57	54	51	49		
24		95	90	86	82	78	74	70	67	63	60	58	55	52	50		
25		95	90	86	82	78	74	71	67	64	61	58	56	53	50		
26		95	91	86	82	78	75	71	68	65	62	59	56	54	51		
27		95	91	87	83	79	75	72	68	65	62	59	57	54	52		
28		95	91	87	83	79	75	72	69	66	63	60	57	55	52		
29		95	91	87	83	79	76	72	69	66	63	60	58	55	53		
30		96	91	87	83	80	76	73	70	67	64	61	58	56	53		
31		96	91	87	83	80	76	73	70	67	64	61	59	56	54		
32		96	91	88	84	80	77	73	70	67	65	62	59	57	54		
33		96	92	88	84	80	77	74	71	68	65	62	60	57	55		
34		96	92	88	84	81	77	74	71	68	65	63	60	58	55		
35		96	92	88	84	81	78	74	71	68	66	63	61	58	56		

Gambar 45. Termometer bola kering dan bola basah

Curah Hujan

Untuk daerah yang memiliki dua musim tahunnya yaitu musim hujan dan musim kemarau, maka yang perlu diperhatikan suatu budidaya tanaman adalah musim kemarau karena pada musim ini air menjadi terbatas ketersediannya bagi tanaman. Oleh karena itu jumlah dan waktu pemberian air bagi tanaman pada musim ini harus

diperhitungkan dengan tepat sehingga tanaman dapat berproduksi secara optimal.

Pengaruh curah hujan yang berperan dalam waktu dan jumlah pemberian air bagi tanaman adalah intensitas curah hujan dan distribusinya sepanjang tahun.

Dengan mengetahui intensitas curah hujan dan distribusi curah hujan, maka perlu dipertimbangkan apakah air didaerah tersebut mencukupi atau kurang untuk dilakukan suatu produksi tanaman sehingga diperoleh produksi yang optimal.

e. **Waktu dan cara pemberian air sesuai kebutuhan tanaman.**

1) **Tanaman Padi**

Cara pemberian air untuk tanaman padi iberbagai daerah berbeda-beda, tergantung dengan iklim, tanah, debet air, kebutuhan tanaman dan kebiasaan. Cara pemberian air untuk tanaman padi dibagi atas tiga macam :

a) **Mengalir terus menerus.**

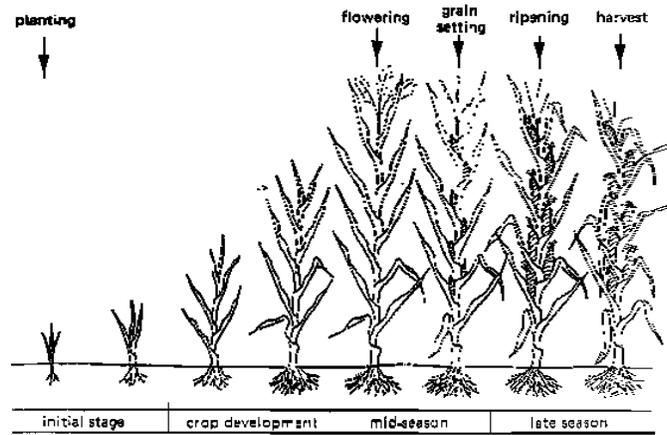
Air diberikan secara mengalir terus menerus dari saluran kepetakan sawah atau dari sawah atau dari sawah yang satu kepetakan saah yang lain. Cara ini merupakan cara yang terbanyak dipraktekan di Indonesia.

Cara ini dipergunakan dengan pertimbangan :

a. Air cukup tersedia
b. Menghilangkan senyawa-senyawa yang berbahaya akibat drainase yang kurang baik sebelumnya.
c. Mempertahankan temperature dari keadaan yang terlalu tinggi atau rendah.
d. Menghemat tenaga untuk pengelolaan air
e. Menekan tumbuhnya gulma

b) **Penggenangan air terus menerus**

Tanaman diberi air dan diberikan genangan mulai beberapa hari menjelang panen. Cara ini dilakukan dengan pertimbangannnya :

1. Penggenangan terus menerus diselingi pada waktu pemupukan memberikan respon baik.
2. Menekan dan mengurangi pertumbuhan gulma
3. Menghemat tenaga untuk pengolahan tanah

Gambar 46. Penggenangan terus menerus

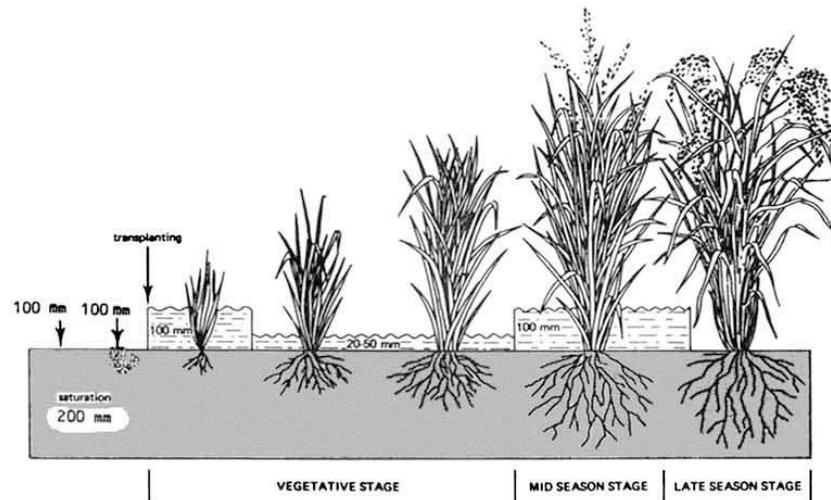
c) Pemberian Air Terputus-putus

Tanaman diberi air sampai pada ketinggian tertentu kemudian distop, setelah beberapa hari baru diberi air lagi. Pemberian air terputus-putus tersebut disebut juga pemberian air dengan rotasi. Cara ini baik untuk dilakukan pada daerah-daerah yang kurang air. Faktor-faktor yang harus dipertimbangkan dalam praktek cara pemberian air terputus-putus ini ialah periode-periode kritis dari pertumbuhan tanaman yaitu pada periode primordial, pembungaan. Kekurangan air pada periode ini dapat mengakibatkan kehampaan.

Keuntungan dari cara pemberian air terputus-putus ialah :

1. Penghematan pemakaian air
2. Memperkuat areal yang dapat diairi
3. Memperbaiki erosi tanah
4. Pemerataan pemberian air
5. Pengaruh baik terhadap lingkungan

Kerugian pemakaian cara ini :

1. Perlu fasilitas sarana irigasi yang lebih lengkap misalnya adanya alat-alat pengontrol dan bangunan pengukur.
2. Mempercepat pertumbuhan gulma
3. Memerlukan tenaga yang lebih banyak dan terampil.

Gambar 47. Irigasi terputus-putus

2) Tanaman Palawija

Kebutuhan air palawija sampai saat ini belum ada ketentuan untuk pengaturan pemberian airnya. Di beberapa tempat di Indonesia telah diusahakan pemberian air untuk palawija dilakukan dengan jalan membandingkan kebutuhan airnya dengan tanaman padi. Perbandingan pemberian air untuk masing-masing tanaman tersebut sebagai dasar perhitungan untuk menentukan pola tanaman dan luas areal untuk masing-masing jenis tanaman tersebut terutama pada musim kemarau. Atau adanya giliran tanaman tebu untuk daerah-daerah yang sering ditanami tebu.

Perbandingan pemberian air tersebut didasarkan tiga jenis tanaman padi sawah, tebu dan palawija. Didaerah Madiun perbandingan pemberian air untuk tanaman padi, tebu dan palawija ditentukan 3 : 1½ : 1.

Beberapa hasil penelitian diperoleh data kebutuhan air untuk palawija sebagai berikut :

a) Tanaman Jagung

- Kebutuhan air untuk pengolahan tanah 60 – 20 mm
- Kebutuhan air untuk pertumbuhan tanaman pada musim semi 230 – 430 mm pada musim gugur 160 – 300 mm
- Kebutuhan air rata-rata pada musim semi 2,2 – 2,6 mm/hari pada musim gugur 1,3 – 2,9 mm /hari
- Kebutuhan air maksimum 6.0 mm/hari pada musim semi, 4,5 mm/hari pada musim gugur.

b) Tanaman Kentang

- Kebutuhan air selama pertumbuhan tanaman sekitar 170 – 220 mm pada 2 sampai 4 kali pemberian air irigasi.
- Kebutuhan air rata-rata 1,14 – 1,35 mm/hari
- Pemberian air irigasi setiap kali 40 – 60 mm

c) Tanaman Kacang Tanah

- Kebutuhan air selama pertumbuhan pada musim semi 240 – 400 mm, dan Pada musim gugur 160 – 200 mm.
- Rata-rata kebutuhan air harian, pada musim semi 2,6 – 3,1 mm, pada musim gugur 1,3 – 1,5 mm

- Kebutuhan air selama pertumbuhan, pada musim semi 5,6 mm, pada musim gugur 2,9 mm, Pemberian air irigasi sebanyak 5-7 kali pada musim semi dan 2 – 4 kali pada musim gugur.

d) Tanaman Kedele

- Kebutuhan air selama pertumbuhan, (a) pada musim semi 320 mm, (b) pada musin panas 320 mm dan (c) pada musim gugur 150 mm
- Kebutuhan air harian, (a) pada musim semi 2,4 – 3,3 m, (b) pada musin panas 2,4 – 3,2 mm, (c) pada musim gugur 1,5 mm.
- Kebutuhan air maksimum harian(a) pada musim semi 4,7 mm, (b) pada musin panas 4,5 mm, (c) pada musim gugur 3,3 mm

f. Teknik Pemberian Air Berdasarkan Kondisi lahan dan tanaman.

1) Pemberian Air

Memberikan air pada tanaman adalah untuk memenuhi kebutuhannya dan mem-buang air yang berlebihan. Jadi dengan sistem ini, pemberian air dan pembuangan air dapat dikendalikan baik jumlahnya maupun waktunya.

Tujuan pemberian air bagi tanaman adalah untuk menyakinkan bahwa tanaman mendapatkan jumlah air yang cukup memadai pada zone perakarannya sehingga dapat memberikan produksi yang optimal. Pemberian air dapat memberikan efek tambahan baik yang positif maupun yang negative.

Efek tambahan positif dari pemberian air adalah :

- Air yang bersama nutrisi dapat menyuburkan tanaman.

- Air dapat mengatur suhu
- Memperbesar penyediaan air
- Mencuci garam-garam

Efek tambahan yang bersifat mehatif dari pemberian air adalah

- Jika terlalu banyak ada kemungkinan menutup rongga-rongga tanah sehingga udara tanah tidak ada.
- Bila tanah digenangi dapat memungkinkan mengangkat garam-garam yang merugikan tanaman ke daerah perakaran

2) Teknik pemberian Air

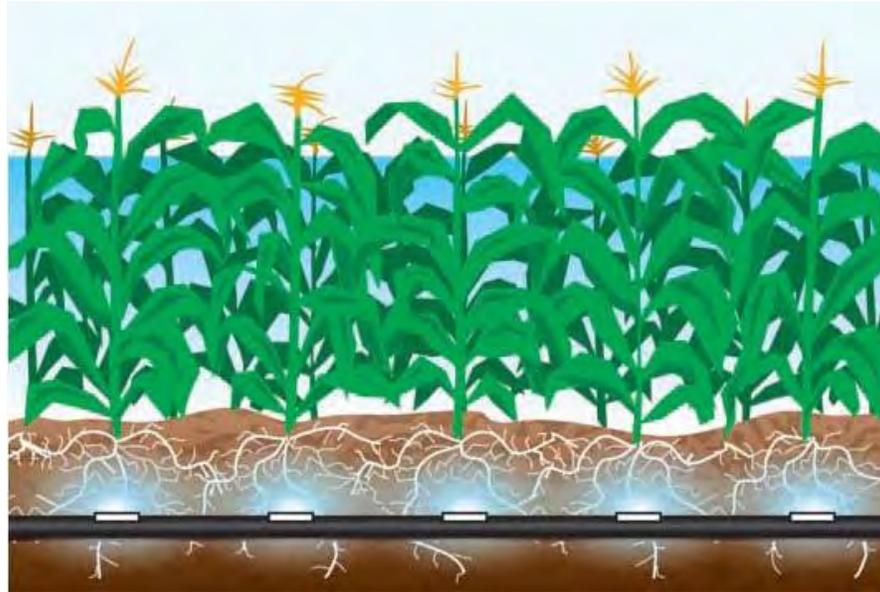
Berdasarkan jumlah air, kondisi lahan, kebutuhan bagi tanaman serta teknologi, maka cara pemberian air dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut, (a) irigasi gravitasi, (b) irigasi bawah permukaan, (c) irigasi curah, (d) irigasi tetes.

Sistem irigasi Gravitasi

Sistem irigasi gravitasi merupakan cara pemberian air yang menggunakan gaya gravitasi untuk mengalirkan air dari sumber ketempat yang membutuhkannya.

Gambar 48. Irigasi gravitasi

Sistem irigasi Bawah permukaan

Sistem irigasi bawah permukaan adalah pemberian air yang diberikan langsung ke daerah peralatan tanaman.

Gambar 49. Sistem irigasi bawah permukaan.

Sistem Irigasi Curah

Sistem irigasi curah adalah cara pemberian air secara siraman yaitu dengan memberikan air melalui siraman (pancaran air) pada areal tanaman.

Gambar 50. Sistem irigasi Curah

Secara Tetes

Pemberian air cara ini yaitu dengan memberikan titisan air langsung pada tanaman.

Gambar 51. Sistem irigasi tetes

Cara mana yang akan dipakai tergantung pada kondisi daerah, sumber air dan teknologi yang masing-masing mempunyai keuntungan, dan kerugian. Pemberian air secara gravitasi dan bawah permukaan akan menguntungkan apabila jumlah air yang tersedia cukup banyak sehingga air bukan lagi sebagai faktor pembatas. Akan tetapi apabila jumlah air terbatas, maka pemberian air dengan cara siraman dan tetesan akan lebih menguntungkan, hanya saja sistem ini memerlukan teknologi dan peralatan yang lebih modern.

g. Mengontrol Jumlah Air Yang Diberikan

Jumlah air irigasi yang diberikan kepada tanaman bertujuan untuk memenuhi kebu-tuhan tanaman agar dapat tumbuh dengan normal. Oleh sebab itu pemberian airnya harus direncanakan sesuai dengan kebutuhan. Air yang diberikan kepada tanaman untuk memenuhi kebutuhannya diberikan untuk memenuhi:

- pembentukan tubuh tanaman (plant growth)
- penguapan melalui daun (transpirasi)
- Penguapan melalui permukaan air/tanah (evaporasi)
- Peresapan ke dalam tanah (perkolasi)

Pada kenyataan di lapangan, maka kebutuhan air yang diberikan adalah kebutuhan air untuk tanaman ditambah dengan hilangnya air diperjalanan atau kehilangan air yang tidak dimanfaatkan oleh tanaman.

Kebutuhan air untuk tanaman dihitung dalam l/dt/ha atau m3/hari/ha atau mm/hari. Untuk menghitung kebutuhan air dilapangan dan debet yang diperlukan dari pintu pemasukan air dapat digunakan rumus sebagai berikut :

$$Q1 = \frac{H * A}{T} * 10000 \qquad\qquad Q2 = \frac{Q1}{86.400} * \frac{1}{(1 - L)}$$

Dimana :

Q1 = Kebutuhan harian air dilapangan (m^3/hari)
Q2 = Kebutuhan air pada pintu pemasukan (m^3/detik)
H = Tinggi kebutuhan air (m)
A = Luas areal tanaman (Ha)
T = internal pemberian air (hari)
L = Kehilangan air dilapangan dan saluran

Dibawah ini contoh perhitungan kebutuhan harian air dilapangan dan pada pintu pemasukan;

Luas areal tanaman yang akan dialiri = 100 Ha

Hitung kebutuhan air dilapangan dan pintu pemasukan menggunakan ketentuan-ketentuan sebagai berikut :

- Interval rotasi = 5 hari

- Evaporasi dan perkolasi tanaman berumur s/d 30 hari = 10 mm/hari
- Evapotranspirasi dan perkolasi tanaman setelah berumur 30 hari = 12 mm/hari
- Kehilangan air dilapangan dan saluran = 20% = 0,2

Perhitungan

Kebutuhan air adalah sebagai berikut :

Debit pada pintu pemasukan adalah $Q1 = \frac{H * A}{T} * 10000$ dan dan debit pada pintu pengeluaran adalah $Q2 = \frac{Q1}{86.400} * \frac{1}{(1 - L)}$

(1) Kebutuhan air tanaman hingga umur 30 hari

T = 5 hari

H = 5 x 10 mm = 50 mm = 0,05 m

A = 100 Ha

L = 20% = 0,2

$$Q1 = \frac{H * A}{T} * 10000 = \frac{0.05 * 100}{5} * 10000 = 10000 \, m^3 / hari$$

$$Q2 = \frac{Q1}{86.400} * \frac{1}{(1 - L)} = \frac{10000}{86400} * \frac{1}{(1 - 0.2)} = 144.7 \text{ liter/detik/100 ha}$$

Atau Q2 = 1.45 liter/detik/hektar

(2) Kebutuhan air setelah tanaman berumur 30 hari

Evapotranspirasi dan perkolasi tanaman setelah berumur 30 hari = 12 mm/hari

T = 5 hari

H = 5 x 12 mm = 60 mm = 0,06 m

A = 100 Ha

L = 20% = 0,2

$$Q1 = \frac{H * A}{T} * 10000 = \frac{0.06 * 100}{5} * 10000 = 12000\, m^3 / hari$$

$$Q2 = \frac{Q1}{86.400} * \frac{1}{(1 - L)} = \frac{12000}{86400} * \frac{1}{(1 - 0.2)} = 0.174 m^3/detik/100ha$$

Q2 = 174 l/det/100 Ha

Q2 = 1,74 l/det/Ha

Pemberian air pada tanaman yang dibudidayakan dalam polibah/pot secara hidropo-nik, maka jumlah air yang diberikan berbeda dengan pemberian air untuk tanaman dilapangan.

Hal ini disebabkan pada budidaya tanaman secara hidroponik, kehilangan air yang diberikan pada tanaman dapat dikendalikan karena pada budidaya ini biasanya menggunakan rumah kaca, sehingga lingkungan tanaman dapat dikondisikan baik suhu, penyiraman matahari maupun kelembabannya. Oleh karena itu pemberian airnya betul-betul hanya dipergunakan oleh tanaman yang dibudidayakan.

Pemberian air pada budidaya tanaman secara hidroponik merupakan pemberian air yang sangat efektif dan efisien. Prinsip pemberian air pada budidaya ini adalah memberikan air sesuai kebutuhan tanaman berdasarkan fase pertumbuhan tanaman, sehingga jumlah pemberian airnya berbeda-beda sesuai dengan tingkat pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Tanaman muda membutuhkan jumlah air yang lebih sedikit dibanding pada tanaman dewasa. Pada umumnya tanaman muda membutuhkan air sekitar 0,5 l/hari dan terus meningkat sesuai pertumbuhan dan perkembangan tanaman hingga mencapai sekitar 1 – 1,25 l/hari untuk tanaman dewasa.

Cara pemberian air dapat dilakukan dengan penyuraman maupun dengan tetesan. Frekwensi penyiraman dilakukan sesuai dengan kondisi udara. Bila udara panas dan curah, maka frekwensinya diperbanyak Tanaman dalam pertumbuhan dan perkembangannya berbeda-beda alam kebutuhan airnya. Ada tanaman yang membutuhkan air yang banyak ada pula tanaman yang sedikit membutuhkan air untuk hidupnya. Tanaman kaktus misalnya, tanaman ini mampu hidup dan membutuhkan air yang sedikit. Hal ini disebabkan tanaman tersebut mampu menyimpan air dalam tubuhnya, disamping itu letak mulut daun ini membuka pada malam hari sehingga transpirasi dapat dicegah sekecil mungkin.

Akan tetapi pada umumnya tanaman ini untuk hidupnya banyak membutuhkan air, karena air sangat diperlukan bagi pertumbuhan dan perkembangannya. Tanaman padi dan sayuran membutuhkan air lebih banyak disbanding tanaman palawija.

Cara Budidaya tanaman

Pada tanaman padi sawah, maka dengan cara budidaya seperti ini membutuhkan air yang banyak. Disamping itu pada budidaya tanaman sistem penggenangan juga dibutuhkan air yang banyak karena itu dipergunakan untuk menggenangi parit-parit tanaman. System ini banyak dilakukan pada daerah-daerah yang airnya berlimpah.

Faktor Ekstern ini meliputi ;

Jenis Tanah

Faktor ini yang berpengaruh adalah kemampuan tanah tersebut dalam peresapan air kedalam tanah. Makin ringan atau porus suatu jenis tanah, maka makin banyak dibutuhkan air dibanding tanah berat. Tanah yang bertekstrur pasir dibutuhkan air lebih banyak dibanding tanah yang berstekstur lempeng, tanah grumusol lebih banyak membutuhkan air dibanding tanah regosol.

Sebagai contoh tanah margalit memerlukan air 0.42 l/det/ha sedangkan tanah vulkanis 1,0 liter/det/ha untuk tanah yang dipergunakan untuk sawah.

Topografi

Kebutuhan air pada tanah miring lebih banyak daripada tanah datar. Ini disebabkan karena persiapan pada tanah miring lebih banyak dibanding pada tanah datar. Disamping itu pada tanah miring akan terjadi aliran air sehingga dibutuhkan jumlah air yang lebih banyak.

Iklim

Pada waktu panas terik dan banyak angin, banyak penguapan dari permukaan air. Juga kalau tidak ada hujan (musim kemarau) banyak

dibutuhkan air, karena tidak ada bantuan air hujan. Begitupun pada awal musim hujan, dimana tanah lama kekeringan, banyak pecahpecah, sehingga kalau diairi pada saat mengerjakan tanah untuk pertama kali banyak memerlukan air karena banyak air yang meresap ke dalam tanah.

3. Refleksi

Pada kondisi musim kemarau, dimana terjadi kekurangan air (*deficit*) maka tidak dapat dilakukan penanaman padi sepanjang tahun. Namun dengan kondisi yang demikian, masih memungkinkan dilakukan penanaman padi sepanjang tahun namun dengan beberapa kriteria. Salah satu cara yang bisa dilakukan untuk mengatasi kekurangan air adalah dengan penjadwalan pemberian air irigasi. Penjadwalan pemberian air irigasi dapat dilakukan pberdasarkan pada ukuran kebutuhan air harian atau penjadwalan berdasarkan perhitungan kebutuhan air tanaman.

Untuk lebih memahami tentang Penjadwalan Irigasi, hal-hal yang perlu Anda pelajari adalah (1) memahami Penjadwalan irigasi berdasarkan kebutuhan air irigasi, 2) memahami penjadwalan irigasi berdasarkan kondisi tanaman, (3) memahami variasi penjadwalan irigasi.

4. Tugas

Tugas bisa dilakukan secara individual maupun kelompok. Tugas Anda dalam mempelajari materi ini adalah sebagai berikut :

(a) Pahami materi pada Kegiatan Belajar 6 tentang Penjadwalan Irigasi.
(b) Buat rangkuman materi tentang penjadwalan irigasi,
(c) Tanyakan kepada guru, apabila ada hal-hal yang kurang dipahami.
(d) Cari informasi dari berbagai sumber tentang penjadwalan irigasi.

(e) Buatlah rangkuman untuk dibuat laporan atau dipresentasikan di depan kelas, dengan bimbingan guru, informasi yang didapat dapat digunakan untuk melengkapi informasi yang didapat dari buku teks ini.

(f) Lakukan praktik pejadwalan irigasi jika memungkinkan.

5. Tes Formatif

Soal –soal

a. Bagaimana cara mengatasi permasalahan kekurangan air pada musim kemarau dimana volume air irigasi tidak cukup untuk bertanam sepanjang tahun.
b. Apa yang dimaksud dengan pola tanam ?
c. Apa tujuan penerapan pola tanam dalam kegiatan budidaya tanaman ?
d. Apa yang menjadi dasar penyusunan pola tanam?
e. Jelaskan apa yang dimaksud dengan pola tanaman monokultur dan polikultur dan apa tujuannya ?
f. Jelaskan mengapa kegiatan penanaman dengan monokultur memiliki kelemahan dan tindakan apa yang harus dilakukan oleh petani!
g. Jelaskan beberapa keuntungan penerapan pola tanam polikultur !
h. Jelaskan kelemahan penerapan pola tanam polikuktur !
i. Jelaskan apa yang dimaksud dengan pola tanam tumpang sari (intercropping) dan apa keuntungannya!
j. Apa yang dimaksud dengan pola tanam tumpang gilir (multiple cropping) dan faktor apa saja yang perlu dipertimbangkan ?
k. Apa yang dimaksud dengan pola tanam bersisipan (relay cropping)?

Kunci Jawaban

1. Pada kondisi musim kemarau, dimana terjadi kekurangan air (*deficit*) maka tidak dapat dilakukan penanaman padi sepanjang tahun. Namun

dengan kondisi yang demikian, masih memungkinkan dilakukan penanaman padi sepanjang tahun namun dengan beberapa kriteria. Salah satu cara yang bisa dilakukan untuk mengatasi kekurangan air adalah dengan penjadwalan pemberian air irigasi, dengan pengaturan pola tanam.

2. Pola tanam adalah merupakan suatu urutan tanam pada sebidang lahan dalam satu tahun, termasuk didalamnya masa pengolahan tanah. Pola tanam merupakan bagian atau sub sistem dari sistem budidaya tanaman, maka dari sistem budidaya tanaman ini dapat dikembangkan satu atau lebih sistem pola tanam.
3. Pola tanam ini diterapkan dengan tujuan memanfaatkan sumber daya secara optimal dan untuk menghindari resiko kegagalan.
4. Pola tanam biasanya disusun selama satu tahun dengan memperhatikan curah hujan, terutama pada daerah atau lahan yang sepenuhnya tergantung dari hujan. Maka pemilihan jenis/varietas yang ditamanpun perlu disesuaikan dengan keadaan air yang tersedia ataupun curah hujan.
5. Pola tanam monokultur adalah teknik penanaman dalam kegiatan budidaya pertanian dengan menanam tanaman sejenis pada suatu lahan. Misalnya sawah ditanami padi saja, jagung saja, atau kedelai saja. Sedangkan pola tanam polikultur ialah teknik penerapan penanaman pada kegiatan budidaya pertanian dengan menanam lebih dari satu jenis tanaman pada satu bidang lahan yang terusun dan terencana dengan menerapkan aspek lingkungan yang lebih baik. Tujuan penerapan pola tanam monokultur dan polikultur adalah meningkatkan efisiensi penggunaan air dan meningkatkan produksi hasil pertanian.
6. Penanaman monokultur memiliki, yaitu menyebabkan terbentuknya lingkungan pertanian yang tidak mantap. Buktinya tanah pertanian harus diolah, dipupuk dan disemprot dengan insektisida. Jika tidak, tanaman pertanian mudah terserang hama dan penyakit. Jika tanaman pertanian terserang hama, maka dalam waktu cepat hama itu akan menyerang wilayah yang luas.

7. Dengan penerapan pola tanam polikultur akan menciptakan aspek lingkungan yang lebih baik. Dengan pemilihan tanaman yang tepat, sistem ini dapat memberikan beberapa keuntungan, antara lain sebagai berikut :
   - Mengurangi serangan hama penyakit tanaman, karena tanaman yang satu dapat mengurangi serangan lainnya. Misalnya bawang daun dapat mengusir hama aphids dan ulat pada tanaman kubis karena mengeluarkan bau allicin,
   - Menambah kesuburan tanah. Dengan menanam kacang-kacangan kandungan unsur N dalam tanah bertambah karena adanya bakteri Rhizobium yang terdapat dalam bintil akar. Dengan menanam yang mempunyai perakaran berbeda, misalnya tanaman berakar dangkal ditanam berdampingan dengan tanaman berakardalam, tanah disekitarnya akan lebih gembur.
   - Siklus hidup hama atau penyakit dapat terputus, karena sistem ini dibarengi dengan rotasi tanaman dapat memutus siklus hama dan penyakit tanaman,
8. Kelemahan atau kekurangan penerapan sistem polikultur (1) terjadi persaingan unsur hara antar tanaman, (2) hama dan penyakit tanaman banyak sehingga sulit dalam pengendaliannya.
9. Tumpang sari (intercropping) adalah penanaman lebih dari satu tanaman pada waktu yang bersamaan atau selama periode tanam pada satu tempat yang sama. Keuntungan tumpang sari yaitu:
   a. Mencegah dan mengurangi pengangguran musim tanam
   b. Memperbaiki keseimbangan gizi masyarakat petani
   c. Adanya pengolahan tanah yang minimal
   d. Jika tanaman tumpang sari berhasil semua, masih dapat diperoleh nilai tambah
   e. Mengurangi erosi dan jika salah satu tanaman gagal panen, dapat diperoleh tanaman yang satu lagi.

f. Tumpang gilir adalah pola tanam yang dilakukan secara beruntun sepanjang tahun dengan mempertimbangkan faktor-faktor lain untuk mendapat keuntungan maksimum.

Faktor-faktor tersebut adalah :

- Pengolahan yang bisa dilakukan dengan menghemat tenaga kerja, biaya pengolahan tanah dapat ditekan, dan kerusakan tanah sebagai akibat terlalu sering diolah dapat dihindari
- Hasil panen secara beruntun dapat memperlancar penggunaan modal dan meningkatkan produktivitas lahan
- Dapat mencegah serangan hama dan penyakit yang meluas
- Kondisi lahan yang selalu tertutup tanaman, sangat membantu mencegah terjadinya erosi
- Kondisi lahan yang selalu tertutup tanaman, sangat membantu mencegah terjadinya erosi
- Sisa komoditi tanaman yang diusahakan dapat dimanfaatkan sebagai pupuk hijau. Contoh: jagung muda, padi gogo, kedelai, kacang tanah, dan lain-lain.

g. Pola tanam bersisipan (*relay cropping*) adalah pola tanam dengan menyisipkan satu atau beberapa jenis tanaman selain tanaman pokok (dalam waktu tanam yang bersamaan atau waktu yang berbeda).

C. Penilaian

Pada kegiatan pembelajaran 6 tentang Penjadwalan Irigasi, penilaian terdiri dari penilaian sikap, penilaian pengetahuan, penilaian keterampilan.

1. Penilaian Sikap

Penilaian sikap terdiri dari penilaian sikap spiritual dan sikap sosial (teliti). Lembaran ini diisi oleh guru/peserta didik/teman peserta didik, untuk menilai

sikap peserta didik. Berilah tanda cek (√) pada kolom skor sesuai sikap yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria (rubrik) sebagai berikut :

4 = selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan

3 = sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan

2 = kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan

1 = tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Skor akhir menggunakan skala 1 sampai 4

Perhitungan skor akhir menggunakan rumus :

$$\text{Skor Akhir} = \frac{\text{Perolehan Skor}}{\text{Skor tertinggi}} \text{ x } 4$$

Contoh :

Skor diperoleh 14, skor tertinggi 4 x 5 pernyataan = 20, maka skor akhir :

$$\text{Skor Akhir} = \frac{14}{20} \text{ x } 4 = 2.8$$

Peserta didik memperoleh nilai :

Sangat Baik : apabila memperoleh skor 3.20 – 4.00 (80 – 100)

Baik : apabila memperoleh skor 2.80 – 3.19 (70 – 79)

Cukup : apabila memperoleh skor 2.40 – 2.79 (60 – 69)

Kurang : apabila memperoleh skor kurang 2.40 (kurang dari 60%)

a. Sikap Spiritual

Nama Peserta Didik : ………………..

Kelas : ………………..

Tanggal Pengamatan : …………………..

Materi Pokok : …………………..

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
1.	Berdoa sebelum dan sesudah melakukan sesuatu				
2.	Memberi salam pada saat awal dan akhir presentasi sesuai agama yang dianut				
3.	Mengucapkan syukur ketika berhasil mengerjakan sesuatu.				
4.	Berserah diri (tawakal) kepada Tuhan setelah berikhtiar atau melakukan usaha				
5.	Memelihara hubungan baik dengan sesama umat ciptaan Tuhan Yang Maha Esa				
Jumlah Skor					

b. Sikap Sosial (Teliti)

Nama Peserta Didik : ………………..

Kelas : ………………..

Tanggal Pengamatan : …………………..

Materi Pokok : …………………..

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
1.	Teliti dalam membaca buku teks				
2.	Teliti dalam mencari bahan informasi				
3.	Teliti dalam membaca bahan informasi				
4.	Teliti pada saat praktek				
5.	Teliti dalam membuat laporan/ presentasi				
Jumlah Skor					

2. Penilaian Pengetahuan

Penilaian pengetahuan terdiri dari Penilaian Tugas dan Penilaian Tes Tertulis.

a. Penilaian Tugas

Penilaian tugas berupa penilaian laporan dan atau penilaian presentasi hasil tugas. Lembaran ini diisi oleh guru, untuk menilai hasil tugas peserta didik. Berilah tanda cek (√) pada kolom skor sesuai nilai tugas yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria (rubrik) sebagai berikut

No.	**Aspek Yang Dinilai**	**Nilai**			
		1	**2**	**3**	**4**
1.	Pemahaman materi pada buku teks	Tidak dipahami	Kurang dipahami	Hampir dipahami	Dipahami
2.	Hasil Pengumpulan informasi	Tidak sesuai	Kurang sesuai	Hampir sesuai	Sesuai
3.	Penyusunan Laporan	Tidak sesuai	Kurang sesuai	Hampir sesuai	Sesuai
4.	Presentasi	Tidak sesuai	Kurang sesuai	Hampir sesuai	Sesuai

Nama Peserta Didik : …………………..

Kelas : …………………..

Tanggal Pengamatan : …………………...

Materi Pokok : …………………...

No	Aspek Pengamatan	Skor (S)				Nilai
		1	2	3	4	
1.	Pemahaman materi pada buku teks					
2.	Hasil Pengumpulan informasi					
3.	Penyusunan Laporan					
4.	Presentasi					
Jumlah Tertinggi						

Catatan : Apabila tidak menggunakan presentasi, maka Skor Tertinggi adalah = 3 X 4 = 12 , sedang apabila menggunakan presentasi, maka Skor Tertinggi adalah = 4 X 4 = 16.

b. Penilaian Tes Tertulis

No	Soal Tes Tertulis	Skor
1.	Bagaimana cara mengatasi permasalahan kekurangan air pada musim kemarau dimana volume air irigasi tidak cukup untuk bertanam sepanjang tahun.	
	Pada kondisi musim kemarau, dimana terjadi kekurangan air (deficit) maka tidak dapat dilakukan penanaman padi sepanjang tahun. Namun dengan kondisi yang demikian, masih memungkinkan dilakukan penanaman padi sepanjang tahun namun dengan beberapa kriteria. Salah satu cara yang bisa dilakukan untuk mengatasi kekurangan air adalah dengan penjadwalan pemberian air irigasi, dengan pengaturan pola tanam.	
2.	Apa yang dimaksud dengan pola tanam ?	
	Pola tanam adalah merupakan suatu urutan tanam pada sebidang lahan dalam satu tahun, termasuk didalamnya masa pengolahan tanah. Pola tanam merupakan bagian atau sub sistem dari sistem budidaya tanaman, maka dari sistem budidaya tanaman ini dapat dikembangkan satu atau lebih sistem pola tanam.	
3.	Apa tujuan penerapan pola tanam dalam kegiatan budidaya tanaman	
	Pola tanam ini diterapkan dengan tujuan memanfaatkan sumber daya secara optimal dan untuk menghindari resiko kegagalan.	
4.	Apa yang menjadi dasar penyusunan pola tanam?	
	Pola tanam biasanya disusun selama satu tahun dengan memperhatikan curah hujan, terutama pada daerah atau lahan yang sepenuhnya tergantung dari hujan. Maka pemilihan jenis/varietas yang ditamanpun perlu disesuaikan dengan keadaan air yang tersedia ataupun curah hujan.	
5.	Jelaskan apa yang dimaksud dengan pola tanaman monokultur dan polikultur dan apa tujuannya ?	
	Pola tanam monokultur adalah teknik penanaman dalam kegiatan budidaya pertanian dengan menanam tanaman	

	sejenis pada suatu lahan. Misalnya sawah ditanami padi saja, jagung saja, atau kedelai saja. Sedangkan pola tanam polikultur ialah teknik penerapan penanaman pada kegiatan budidaya pertanian dengan menanam lebih dari satu jenis tanaman pada satu bidang lahan yang terusun dan terencana dengan menerapkan aspek lingkungan yang lebih baik. Tujuan penerapan pola tanam monokultur dan polikultur adalah meningkatkan efisiensi penggunaan air dan meningkatkan produksi hasil pertanian.	
6.	Jelaskan mengapa kegiatan penanaman dengan monokultur memiliki kelemahan dan tindakan apa yang harus dilakukan oleh petani!	
	Penanaman monokultur memiliki, yaitu menyebabkan terbentuknya lingkungan pertanian yang tidak mantap. Buktinya tanah pertanian harus diolah, dipupuk dan disemprot dengan insektisida. Jika tidak, tanaman pertanian mudah terserang hama dan penyakit. Jika tanaman pertanian terserang hama, maka dalam waktu cepat hama itu akan menyerang wilayah yang luas.	
7.	Jelaskan beberapa keuntungan penerapan pola tanam polikultur !	
	Dengan penerapan pola tanam polikultur akan menciptakan aspek lingkungan yang lebih baik. Dengan pemilihan tanaman yang tepat, sistem ini dapat memberikan beberapa keuntungan, antara lain sebagai berikut : • Mengurangi serangan hama penyakit tanaman, karena tanaman yang satu dapat mengurangi serangan lainnya. Misalnya bawang daun dapat mengusir hama aphids dan ulat pada tanaman kubis karena mengeluarkan bau allicin, • Menambah kesuburan tanah. Dengan menanam kacang-kacangan kandungan unsur N dalam tanah bertambah karena adanya bakteri Rhizobium yang terdapat dalam bintil akar. Dengan menanam yang mempunyai perakaran berbeda, misalnya tanaman berakar dangkal ditanam berdampingan dengan tanaman berakardalam, tanah disekitarnya akan lebih gembur. • Siklus hidup hama atau penyakit dapat terputus, karena sistem ini dibarengi dengan rotasi tanaman dapat memutus siklus hama dan penyakit tanaman,	
8.	Jelaskan kelemahan penerapan pola tanam polikuktur ! Kelemahan atau kekurangan penerapan sistem polikultur (1) terjadi persaingan unsur hara antar tanaman, (2) hama dan penyakit tanaman banyak sehingga sulit dalam pengendaliannya.	

9.	Jelaskan apa yang dimaksud dengan pola tanam tumpang sari (intercropping) dan apa keuntungannya!	
	Tumpang sari (intercropping) adalah penanaman lebih dari satu tanaman pada waktu yang bersamaan atau selama periode tanam pada satu tempat yang sama. Keuntungan tumpang sari yaitu: a) Mencegah dan mengurangi pengangguran musim tanam b) Memperbaiki keseimbangan gizi masyarakat petani c) Adanya pengolahan tanah yang minimal d) Jika tanaman tumpang sari berhasil semua, masih dapat diperoleh nilai tambah e) Mengurangi erosi dan jika salah satu tanaman gagal panen, dapat diperoleh tanaman yang satu lagi.	
10.	Apa yang dimaksud dengan pola tanam tumpang gilir (multiple cropping) dan faktor apa saja yang perlu dipertimbangkan ?	
	Tumpang gilir adalah pola tanam yang dilakukan secara beruntun sepanjang tahun dengan mempertimbangkan faktor-faktor lain untuk mendapat keuntungan maksimum. Faktor-faktor tersebut adalah : ▪ Pengolahan yang bisa dilakukan dengan menghemat tenaga kerja, biaya pengolahan tanah dapat ditekan, dan kerusakan tanah sebagai akibat terlalu sering diolah dapat dihindari ▪ Hasil panen secara beruntun dapat memperlancar penggunaan modal dan meningkatkan produktivitas lahan ▪ Dapat mencegah serangan hama dan penyakit yang meluas ▪ Kondisi lahan yang selalu tertutup tanaman, sangat membantu mencegah terjadinya erosi ▪ Kondisi lahan yang selalu tertutup tanaman, sangat membantu mencegah terjadinya erosi ▪ Sisa komoditi tanaman yang diusahakan dapat dimanfaatkan sebagai pupuk hijau. Contoh: jagung muda, padi gogo, kedelai, kacang tanah, dan lain-lain.	
11.	Apa yang dimaksud dengan pola tanam bersisipan (relay cropping)?	
	Pola tanam bersisipan (relay cropping) adalah pola tanam dengan menyisipkan satu atau beberapa jenis tanaman selain tanaman pokok (dalam waktu tanam yang bersamaan atau waktu yang berbeda).	
	Skor Tertinggi	100

$$\text{Nilai tes tertulis peserta didik} = \frac{\text{Skor yang diperoleh peserta didik}}{\text{Skor Tertinggi}} \times 100$$

3. Penilaian Keterampilan

Penilaian keterampilan terdiri dari penilaian praktek pada saat melaksanakan lembar lerja.

Lembaran ini diisi oleh guru, untuk menilai keterampilan peserta didik. Berilah tanda cek (√) pada kolom skor sesuai kemampuan yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria (rubrik) sebagai berikut :

4 = dilaksanakan dengan cara yang benar, dan lancar

3 = dilaksanakan dengan cara yang benar, namun tidak lancar

2 = dilaksanakan, namun caranya salah

1 = tidak dilaksanakan

No	Aspek yang dinilai	Skor				Nilai
		1	2	3	4	
1.	Pemahaman penjadwalan irigasi					
2.	Membuat rangkuman penjadwalan irigasi					
3.	Kemampuan bertanya					
4.	Kemampuan mencari informasi					
5.	Melaksanakan praktik					
6.	Laporan dan presentasi					
	Jumlah skor					

$$\text{Nilai tes pratek peserta didik} = \frac{\text{Skor yang diperoleh peserta didik}}{\text{Skor Tertinggi}} \times 100$$

III. PENUTUP

Dengan telah selesainya Anda mempelajari seluruh materi dalam buku teks Irigasi dan Drainase -2, berarti anda telah menguasai materi berikut :

1. Sistem Irigasi Permukaan.
2. Sistem Drainase Lahan Pertanian.
3. Pengoperasian Pompa Irigasi.
4. Sistem Irigasi Sprinkler.
5. Sistem Irigasi Tetes.
6. Hubungan Air Irigasi dan Produksi Tanaman

Tentunya pengetahuan Anda tentang Irigasi dan Drainase tidak hanya seperti yang ada dalam buku ini, banyak lagi informasi dan pengetahuan yang harus Anda gali secara mandiri. Dengan bekal pengetahuan yang sudah Anda pelajari mudah-mudahan dapat Anda terapkan sebagai bemntuk aplikasinya di sekolah Anda.

Untuk menambah khazanah dan pengetahuan Anda silahkan pelajari buku materi-materi yang berkaitan dengan Irigasi dan Drainase dari sumber lain,

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, (2007). *Irrigation Water Calculator - to determine the volume of irrigation water required for a specific land use*. (Internet www.irrigation.org, Juni 2008).

Asawa, G.L, (2008). *Irrigation and Water Resources Engineering*. New Age International (P) Limited, Publisher. New Delhi, India.

Asdak Chay (1995). *Hidrologi dan Pengeloaan daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada Press.

Benami, A. dan A. Olfen, 1984. *Irrigation Engineering*. Penerbit Irrigation Engineering Scientific Publication (IESP) Haifa, Israil.

Brouwer, C., K. Prins, M.Kay, and M. Heibloem. 2007. *Irrigation Water Management: Irrigation Methods*. FAO Irrigation Training Manual Number 5 (on-line) http://www.fao.org Comprehensive manual Internet, Maret, 2008)

Burt, C.M. and S.W. Styles. 1999. *Drip and Micro Irrigation for Trees, Vines, and Row Crops* (Internet, www.itrc.org , Maret 2007)

Donahue, Miller dan Shickluma, 1983. *Soil An Introduction To Soil and Plant Growth*. Penerbit Prentice Hall Inc., New Jersey, USA.

Doorenbos J., A.H Kassam, (1979), Yield Respons to Water, FAO, Rome.

Hanafiah, K. A., 2005. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Penerbit PT Raja Grafindo Persada Jakarta.

Hanson, B. 1996. *Fertilizing Row Crops with Drip Irrigation* (Internet,

http://www.greenmediaonline.com/ij/1996/1296/1296drip.html.

Juli 2008)

Kartasaputra, A. G., Mul Mulyani Sutedjo, 1994. *Konservasi Tanah dan Air*. Penerbi Bumi Aksara, Jakarta.

Kaslim, D. Kusnadi, Budi Indra Setiawan, Asep Sapei, Prastowo dan Erizal, (2006). Teknik Irigasi dan Drainase. Departemen Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.

Kodoatie, R.J. dan Roestam Sjarief. (2005). *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*. Yogyakarta: Andi.

Laycock, Andrian, (2007). Irrigation System Design, Planning and Construction. CABI Head Office Nosworthy Way Wallingford, Oxfordshire . UK.

Mawardi, Erman, (2010). Desain Hidraulik Bangunan Irigasi. Penerbit Alfabeta Bandung.

Papadopol, C. S., 1990. *Irrigation Rate Calculation for Nursery Crops* (internet, www.irrigation.org. Juni 2007).

Raes, D. , Herman L. , Paul V. A. Matman dan V.B Martin. 1987. Irrigation Schedulling Information Sistem. Katholike Universiteit Leuven .

Sastrodarsono Suyono dan Kensaku Takeda, (1999), *Hidrologi untuk Pengairan*. Penerbit Erlangga Jakarta.

Savva, Andreas P. and Karen Frenken, (2002). Crop Water Requirements and Irrigation Scheduling. Water Resources Development and Management Officers FAO Sub-Regional Office for East and Southern Africa. Harare.

Shock, C., 2006. *Drip Irrigation: An Introduction*. (Internet, Juni 2008). http://www.cropinfo.net

Soetjipto . 1992 *. Dasar-Dasar Irigasi* . Penerbit Erlangga Jakarta

Suripin, 2004. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Penerbit Andi, Yogyakarta.

Withers B., dan Stanley Vipond, 1985. *Irrigation Practice*. Penerbit Basford Academic and Educational Limited London.